

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA

Giovana Gemignani Mattos Barboza



ESTUDO DE TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E APLICAÇÕES DE
HIDROCOLÓIDES NATURAIS COMO ALTERNATIVA A
HIDROCOLÓIDES SINTÉTICOS.

RIO DE JANEIRO

2025

Giovana Gemignani Mattos Barboza

ESTUDO DE TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E APLICAÇÕES DE HIDROCOLÓIDES
NATURAIS COMO ALTERNATIVA A HIDROCOLÓIDES SINTÉTICOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Orientador(es): Estevão Freire, D.Sc
Daniel Weingart Barreto, D.Sc

Rio de Janeiro

2025

CIP - Catalogação na Publicação

B239e

Barboza, Giovana Gemignani Mattos
Estudo de tendências tecnológicas e aplicações de hidrocolóides naturais como alternativa a hidrocolóides sintéticos. / Giovana Gemignani Mattos Barboza. -- Rio de Janeiro, 2025.
65 f.

Orientador: Estevão Freire,
Coorientador: Daniel Weingart Barreto.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Bacharel em Engenharia Química, 2025.

1. Hidrocolóides naturais. 2. Alternativas a hidrocolóides sintéticos. 3. Gomas. I. Freire, Estevão, orient. II. Weingart Barreto, Daniel, coorient. III. Título.

Giovana Gemignani Mattos Barboza

ESTUDO DE TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E APLICAÇÕES DE HIDROCOLÓIDES
NATURAIS COMO ALTERNATIVA A HIDROCOLÓIDES SINTÉTICOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal
do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Engenheiro
Químico.

Aprovado em 10 de Julho de 2025.

Orientado por:

Estevao Freire, D.Sc

Co-orientado por:

Daniel Weingart Barreto, D.Sc

Aprovado por:

Carla Reis de Araujo, D.Sc

Camila Adão Malafaia

Rio de Janeiro
2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, que sempre lutou pelo meu acesso à educação de qualidade e por me manter motivada durante toda a minha trajetória na faculdade, para me tornar Engenheira. Obrigada por todo o amor e apoio.

À minha mãe, Daniela, pelas incontáveis horas ouvindo falar sobre estudos e trabalho, sempre me apoiando a cada decisão.

Ao meu pai, Flavio, que sempre me incentivou e mostrou quais são as coisas que realmente importam na vida.

Ao meu irmão, João, por todo o apoio, risadas e assuntos aleatórios no caminho da faculdade (ou só até o posto, para pegar carona).

À minha avó, Dodô, por ser minha inspiração de mulher forte e trabalhadora, me contando sempre dos desafios da vida, sempre com muito orgulho e alegria.

Agradeço à Gabriela e Rayssa, por fazerem o tempo na faculdade ser muito mais leve e se tornar o lugar onde eu conheci minhas melhores amigas. Eu não conseguia sem vocês.

Agradeço aos meus orientadores, Estevão e Daniel, pela confiança e paciência, e por aceitarem me ajudar nesta última etapa da faculdade.

A todos os meus professores do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela excelência da qualidade técnica de cada um.

RESUMO

BARBOZA, Giovana Gemignani Mattos; ESTUDO DE TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E APLICAÇÕES DE HIDROCOLÓIDES NATURAIS COMO ALTERNATIVA A HIDROCOLÓIDES SINTÉTICOS. Rio de Janeiro, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

O presente trabalho focou na avaliação das tendências tecnológicas de hidrocolóides naturais como substitutos para os hidrocolóides sintéticos. O mercado global de hidrocolóides movimentou US\$10,83 bilhões em 2023, sendo projetado para atingir US\$17,32 bilhões até 2031. Como metodologia, empregou-se uma prospecção tecnológica dividida em três etapas, baseada em pesquisas em bases de dados de artigos científicos e patentes. Os resultados obtidos demonstram um crescimento significativo do mercado de hidrocolóides naturais, tanto mundial quanto quando avaliado sob a ótica do cenário brasileiro, influenciado principalmente pela sua participação crescente em substituições de outros componentes em setores como o de alimentos e bebidas e farmacêutico. Observou-se, ainda, as tendências relacionadas a novas aplicações comerciais e o desenvolvimento de novos métodos de processamento, confirmando a indicação de tendência de expansão deste mercado no futuro.

Palavras-chave: Hidrocolóides naturais; Hidrocolóides sintéticos; Gomas.

ABSTRACT

BARBOZA, Giovana Gemignani Mattos; ESTUDO DE TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E APLICAÇÕES DE HIDROCOLÓIDES NATURAIS COMO ALTERNATIVA A HIDROCOLÓIDES SINTÉTICOS. Rio de Janeiro, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

The herein study focused on evaluating the trends of having natural hydrocolloids as substitutes for synthetic hydrocolloids. The global hydrocolloid market generated US\$10,83 billion in 2023, and the forecast is to reach US\$17,32 billions by 2031. As a methodology, a technological prospecting approach divided into three stages was employed, based on research in articles and patent databases. The results obtained demonstrate a significant growth in the natural hydrocolloid market, both globally and when evaluated from the perspective of the Brazilian scenario, mainly influenced by their increasing participation in the substitution of other components in sectors such as food and beverage and pharmaceuticals. Furthermore, trends related to new commercial applications and the development of new processing methods were observed, confirming the indication of this market's expansion in the future.

Keywords: Natural hydrocolloids; Synthetic hydrocolloids; Gums.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1.1-1: Ilustração das ligações cruzadas em gel de hidrocolóides a partir dos diferentes mecanismos de formação.....	14
Figura 2.1.1-2: Ilustração de dois tipos de emulsões, sendo a) Emulsão simples e b) Emulsão múltipla, demonstrando 2 casos para ambas (fase água contínua e fase óleo contínuo).....	15
Figura 2.2-1: Ilustração com as classificações de hidrocolóides e suas origens.....	17
Figura 2.2.1.1-1: Estrutura da molécula de goma guar.....	19
Figura 2.2.1.3-1: Estrutura química da molécula extraída a partir da Xanthomonas campestris.	
21	
Figura 2.2.1.4-1: Ilustração da estrutura molecular de três variações da carragenina: Kappa, Iota e Lambda.....	22
Figura 2.2.1.4-1: Ilustração da estrutura química do ágar (agarose com agarpectina).....	23
Figura 2.2.2-1: Estrutura química e física da Carboximetil celulose (CMC) e hidroxipropilmelcelulose (HPMC).....	24
Figura 2.4-1: Distribuição da participação no mercado, por tipo de hidrocolóide, em 2019... ..	28
Figura 3.2.1-1: Exemplo de opções na busca avançada na base Espacenet.....	31
Figura 4.2.1-1: Número de patentes relacionadas a hidrocolóides publicadas no Espacenet entre 2014-2024.....	39
Figura 4.2.1-2: Distribuição de patentes de hidrocolóides por categorias definidas, considerando a classificação dos 40 grupos IPC de maior relevância.....	45
Figura 4.2.1-3: Distribuição de patentes de hidrocolóides concedidas por categorias definidas..	
46	
Figura 4.2.1-4: Distribuição de patentes de hidrocolóides depositadas por categorias definidas.	
46	
Figura 4.2.1-5: Número de patentes sobre hidrocolóides naturais publicadas no Espacenet entre 2014-2024.....	47
Figura 4.2.1-6: Distribuição de patentes por categorias definidas pelos grupos IPC para hidrocolóides naturais.....	49
Figura 4.2.1-7: Distribuição de patentes depositadas por categorias definidas pelos grupos IPC para hidrocolóides naturais.....	50
Figura 4.2.2-1: Número de artigos sobre hidrocolóides naturais publicadas no Scopus entre 2015-2024.....	51
Figura 4.2.2-2: Distribuição do número de artigos publicados no Scopus para hidrocolóides naturais por país (Top 15 países).....	53
Figura 4.2.2-3: Distribuição do número de artigos no Scopus por área, segundo a base Scopus.	
54	
Figura 4.2.2-4: Distribuição do número de artigos publicados no Scopus por área de aplicação.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.2-1: Exemplos de hidrocolóides, sua classificação, origem e aplicações.....	17
Tabela 3.2.1.1 – Combinações de palavras-chave e operadores utilizados nas pesquisas na base de dados Espacenet.....	32
Tabela 3.2.2.1 – Combinações de palavras-chave, operadores utilizados e tipo de documento nas pesquisas na base de dados Scopus.....	35
Tabela 4.2.1-1: Resultados obtidos nas pesquisas na base de dados Espacenet.....	38
Tabela 4.2.1-2: Distribuição do número de publicações de patentes no Espacenet para os 20 países com maior número de documentos publicados.....	39
Tabela 4.2.1-3: Correlação entre Grupos IPC obtidos e categorização entre áreas de interesse do trabalho (Farmacêutico, Alimentos e Bebidas, Cosméticos e Outros).....	41
Tabela 4.2.1-4: Distribuição do número de publicações de patentes no Espacenet para hidrocolóides naturais por país depositante.....	48
Tabela 4.2.1.1 – Resultados obtidos nas pesquisas na base de dados Scopus.....	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. Objetivo geral.....	12
1.2. Objetivos específicos:.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. Definição e propriedades de hidrocolóides.....	12
2.1.1. Propriedades dos hidrocolóides.....	13
2.2. Classificação de hidrocolóides.....	16
2.2.1. Hidrocolóides Naturais.....	18
2.2.1.1. Derivados de Plantas.....	18
2.2.1.2. Derivados de animais.....	20
2.2.1.3. Derivados de Microorganismos.....	20
2.2.1.4. Derivados de Algas.....	21
2.2.2. Hidrocolóides semi-sintéticos.....	24
2.2.3. Hidrocolóides sintéticos.....	25
2.3. Combinação de Hidrocolóides e sinergia.....	25
2.4. Mercado de hidrocolóides.....	27
3. METODOLOGIA.....	29
3.1. Etapa pré-prospectiva.....	29
3.2. Etapa Prospectiva.....	30
3.2.1. Mapeamento de patentes.....	30
3.2.2. Mapeamento de produção científica.....	34
3.3. Etapa pós-prospectiva.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1. Etapa pré-prospectiva.....	36
4.2. Discussão sobre a Etapa prospectiva.....	37
4.2.1. Etapa prospectiva – Base de dados de patentes.....	37
4.2.2. Etapa prospectiva – Base de dados de artigos.....	50
5. CONCLUSÕES.....	58
6. REFERÊNCIAS.....	60

1. INTRODUÇÃO

Hidrocolóides são definidos como um sistema coloidal no qual partículas hidrofílicas estão dispersas em água (SAHA; BHATTACHARYA, 2010). São moléculas poliméricas altamente solúveis em água, aonde cada molécula de polímero interage por meio de ligações de hidrogênio com as moléculas de água ao redor, gerando interações fortes com as mesmas, pela própria característica da ligação (DICKINSON, 2018). Estas grandes moléculas hidrofílicas tem a tendência de se sobrepor e se unirem em redes, formando um tipo de gel em contato com água – que é o que os dá a característica para trabalharem como espessantes (ou seja, alteradores de viscosidade), agente estabilizantes de suspensões aquosas e emulsões, inibidores do crescimento de cristais de gelo e açúcar em determinados produtos alimentícios, dentre outras aplicações.

Esse materiais podem ser utilizados em diferentes indústrias, como a de alimentos e bebidas, cosméticos, farmacêutica, em estabilização e mudança de propriedades reológicas, como aumento da viscosidade, e de textura dos produtos de diferentes setores, funcionando, por exemplo, como veículo de produtos ou fazendo o papel de elemento estrutural em várias aplicações. Estas propriedades são muitas vezes obtidas com a utilização de hidrocolóides naturais ou polímeros sintéticos.

Alguns exemplos destes materiais são os polímeros sintéticos solúveis, como a polivinilpirrolidona (PVP), muito usada em produtos farmacêuticos e cosméticos devido à sua capacidade aglutinante e de formar filmes e géis, e o poliacrilato de sódio, conhecido por sua alta capacidade de absorção de água – utilizado, por exemplo, em produtos como fraldas e absorventes. Já para os hidrocolóides semi-sintéticos, pode-se mencionar a carboximetilcelulose (CMC), que é obtida a partir de uma modificação química de um polímero natural (celulose), muito utilizada na indústria como espessante de produtos farmacêuticos, além de outras gomas naturais modificadas por processos químicos, usadas para melhorar propriedades sensoriais e estruturais de alimentos.

Por terem tantas aplicações e usos, é inevitável que, ao final do seu ciclo de vida, estes produtos acabem indo para corpos d'água após seu uso ou durante seu descarte. Os efeitos dos hidrocolóides sintéticos (e polímeros sintéticos de propriedade similar) em corpos d'água ainda não são tão totalmente compreendidos, mas é sabido que eles têm potencial significativo de causar danos ao meio ambiente (HUPPERTSBERG et al., 2020).

Ainda segundo Huppertsberg et al. (2020), embora muitos dos polímeros sintéticos e hidrocolóides sintéticos solúveis em água não causem efeitos eco tóxicos diretos ao meio ambiente, os produtos gerados durante a sua degradação podem ser tóxicos. Por exemplo, a poliacrilamida é um polímero sintético solúvel em água que é amplamente utilizado como floculante e coagulante para remover partículas suspensas em processos de tratamento de água e esgoto e também na indústria de óleo e gás, para recuperação avançada de óleo (KYERE-YEBOAH; QIAO, 2024). Durante a sua degradação pode ser liberada acrilamida, que é uma substância considerada tóxica de muitas formas (neurotóxica, hepatotóxica, carcinogênica) para animais e humanos (CAI et al., 2025). Além disso, a concentração deste e outros produtos solúveis em corpos d'água podem modificar a biodisponibilidade de outros produtos químicos no meio, o que pode trazer desequilíbrio para ecossistemas aquáticos, por exemplo. Também podem ser persistentes e terem efeitos pouco reversíveis, segundo Arp e Knutsen (2020).

Considerando o contexto atual, onde o aumento da consciência ambiental da população, e a intensificação de movimentos pró-meio ambiente, amplificados pelas mídias sociais elevam o nível de exigência em relação à redução de uso de substâncias que impactam negativamente o meio ambiente, surge a oportunidade de substituir estes produtos sintéticos por similares naturais. Neste contexto, os hidrocolóides naturais – e suas modificações – ganham destaque, uma vez que podem trazer para a indústria produtos de aplicações similares ao sintéticos, com impacto ambiental menor. Junto a esse propósito, também é observado na sociedade atual o crescente interesse pelo desenvolvimento de produtos de origem natural, que utilizem tecnologias de processamento mais limpas e sustentáveis.

Exemplos práticos dessa tendência, e reação da indústria, são vistos nos objetivos e projetos de grandes empresas, de diversos setores, no sentido de valorizar matérias-primas naturais e investir no desenvolvimento sustentável. A L'occitane en Provence, que faz parte do Grupo L'OCCITANE, conglomerado internacional de marcas de beleza e bem-estar, é conhecida por seu “Estatuto limpo”, onde se comprometem com fórmulas “ainda mais naturais (produtos não enxaguáveis) e ingredientes que minimizam nosso impacto ambiental (produtos enxaguáveis)”. Assim como a L'Oréal, empresa líder no setor de beleza mundial, estabelece compromissos com a sustentabilidade, liderando iniciativas de reutilização de matérias-primas, conservação e regeneração de biodiversidade e utilização de matérias-primas naturais, como o programa “Fundos L'Oréal Para Regeneração da Natureza”.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise de tendência das inovações em termos de tecnologias de hidrocolóides naturais e sua utilização para

substituição de hidrocolóides e polímeros sintéticos, no contexto do mercado mundial e sua aplicação para o mercado nacional. O estudo será realizado por meio de um mapeamento tecnológico, utilizando documentos de patentes, artigos técnico-científicos, relatórios setoriais e outras publicações científicas pertinentes

1.1. Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar as tendências tecnológicas e o potencial de aplicação de hidrocolóides naturais como substitutos de polímeros e hidrocolóides sintéticos em diversas aplicações industriais, no contexto industrial do Brasil.

1.2. Objetivos específicos:

- Analisar as principais propriedades e aplicações de hidrocolóides naturais e sintéticos;
- Identificar atores (empresas e instituições) envolvidos na cadeia de produção de hidrocolóides;
- Avaliar tecnologias e tendências de substituição de hidrocolóides sintéticos por naturais e modificados, a partir da análise de resultados das bases de dados;
- Estimar tendências de mercado a médio/longo prazo mundial com base nos resultados;
- Avaliar o potencial de aplicação das tecnologias com a ótica nacional de produção no Brasil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Definição e propriedades de hidrocolóides

Na revisão da literatura, é possível observar que o termo “Hidrocolóide” tem algumas definições levemente distintas de acordo com cada autor, porém, a definição mais geral que se pode fazer é que são sistemas coloidais nos quais partículas hidrofílicas estão dispersas em água (SAHA; BHATTACHARYA, 2010). Pode-se dizer, também, que são um grupo grande e diversos de materiais poliméricos, que podem ser carboidratos, polissacarídeos, proteínas, dentre outras fontes. Estas cadeias de moléculas, ou a chamada parte coloidal, são hidrofílicas e facilmente dispersas em água – quando isto acontece, formam géis ou dispersões viscosas, que são utilizadas em diversos setores da indústria justamente devido a essa propriedade (JAYAKODY et al., 2023).

2.1.1. Propriedades dos hidrocolóides

Uma das principais propriedades dos hidrocolóides é a formação de dispersões de viscosidade elevada. Segundo Gao, Liu e Liang (2024), a alta afinidade dos colóides hidrofílicos por água alteram significativamente as propriedades mecânicas das suspensões. O aumento de viscosidade se dá uma vez que o aumento de macromoléculas, em concentrações acima da chamada Concentração de Sobreposição (JAYAKODY et al., 2023), com grande afinidade ao solvente aquoso, reduz a possibilidade de movimento das moléculas em solução. As dispersões, após esta concentração crítica, se comportam como fluidos não-Newtonianos e suas propriedades dependendo de outros fatores, como temperatura, íons presentes em solução e pH.

Ainda, quanto mais longa é a cadeia molecular dos solutos, maiores são as colisões e aumenta a influência do fator friccional no estresse aplicado ao fluido, que é parte da medida de viscosidade. O parâmetro que é utilizado para comparar viscosidade entre dispersões hidrocolóides é a viscosidade intrínseca (η). A equação de Mark-Houwink (1), que descreve a viscosidade em relação a um polímero específico – neste caso, uma molécula de colóide hidrofílico – e sua massa molecular, pode ser utilizada para calcular esta viscosidade (SCHALLER, 2023).

$$\eta = KM^\alpha \quad (1)$$

Na equação, η é a viscosidade intrínseca, M é a massa molecular do solvente, ou seja, do hidrocolóide e K e α são constantes específicas para cada molécula. Então, no geral, quanto maior a Massa molecular (M), maior será a viscosidade intrínseca – a depender também das constantes atreladas a cada uma delas.

Além da viscosidade, outras modificações são observadas, como a propriedade mecânica sólida de misturas, ou seja, a textura de determinado produto. E a Adesividade, que é a capacidade de uma matéria aderir a superfícies ou outras substâncias. Muitas gomas têm esta propriedade, como a goma arábica, mas também a quitosana, pectina etc. Esta propriedade possibilita uma gama de soluções relacionadas a liberação controlada de componentes.

Alguns hidrocolóides – somente a menor parte deles – possuem a capacidade gelificante. Segundo Burey et al. (2008), a gelificação ocorre quando colóides, em contato com a água no meio, ajudam no entrelaçamento e ligação cruzada de moléculas em uma rede

tridimensional – o que pode ocorrer sob diferentes mecanismos. Uma vez organizadas, há a formação de géis, que permitem a melhor organização e retenção das moléculas de água e aumento da viscoelasticidade de algumas matérias.

Os três mecanismos principais para a formação de gel, reportados nos estudos de Burey et. Al (2008) são a Gelificação ionotrópica, a qual ocorre através da ligação cruzada das cadeias de hidrocolóides com íons, como ilustrado na Figura 2.1.1-1, mediada por cátions e polissacarídeos carregados negativamente e a gelificação a frio e à quente, na qual a estabilização do gel está relacionada à temperatura. Na gelificação a frio a solução é preparada em altas temperaturas e resfriada. Conforme a temperatura reduz, as estruturas da rede tridimensional do gel se estabilizam por conta da entalpia, como ocorre com as gelatinas. Por outro lado, a gelificação à quente ocorre quando a solução é preparada a temperatura ambiente, mas requer aquecimento para que haja a estruturação da rede e formação de gel, como na utilização de algumas gomas como espessante ou ator gelificante. Dentre os hidrocolóides que formam gel, estão o Ágar, alginatos, pectina, carragenina, metilcelulose, e outros (ZHANG et al., 2023).

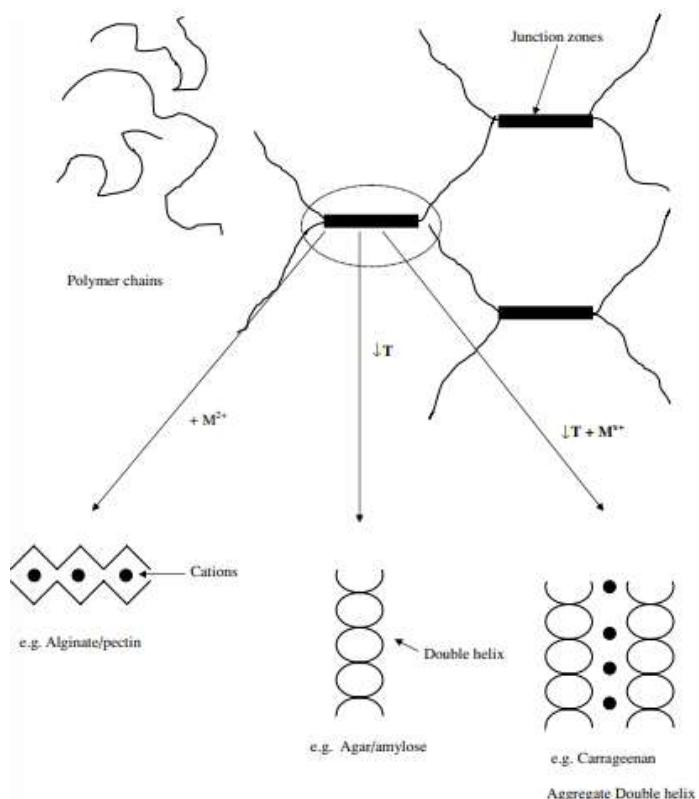


Figura 2.1.1-1: Ilustração das ligações cruzadas em gel de hidrocolóides a partir dos diferentes mecanismos de formação.

Fonte: Burey et. Al (2008)

Outra propriedade notória dos hidrocolóides é a capacidade de agir como emulsificantes e melhorar a estabilidade de soluções. Emulsões são a mistura de duas fases imiscíveis, em que uma fase fica dispersa na outra em forma de pequenas gotículas suspensas. As emulsões mais comuns são as emulsões de óleo em água ou água em óleo, como pode ser visto na Figura 2.1.1-2, muito presentes em produtos da indústria de alimentos, como em manteigas, maionese, dentre outros.

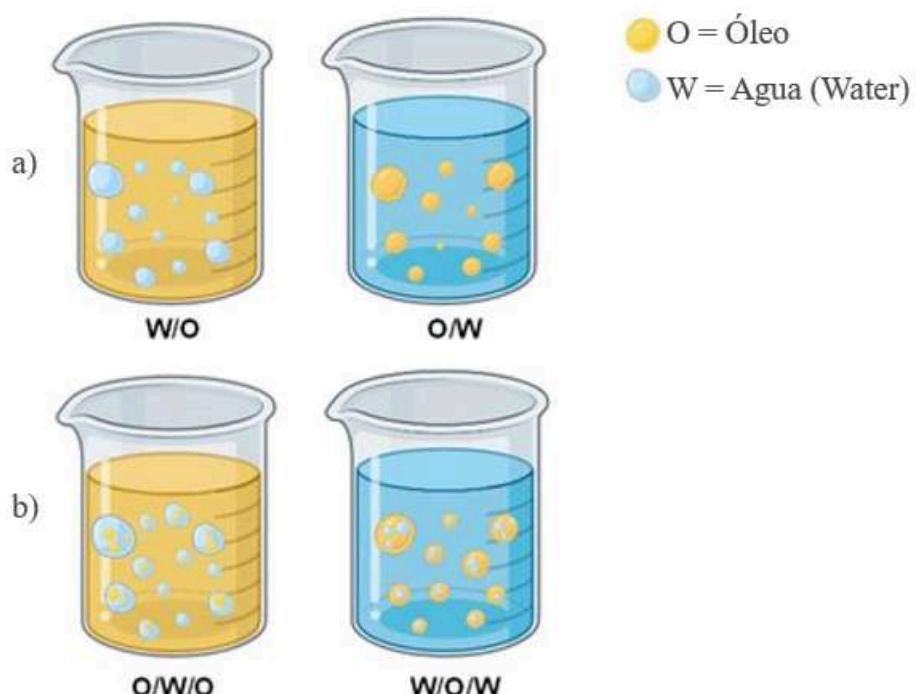


Figura 2.1.1-2: Ilustração de dois tipos de emulsões, sendo a) Emulsão simples e b) Emulsão múltipla, demonstrando 2 casos para ambas (fase água contínua e fase óleo contínuo).

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2022).

Ainda na Figura 2.1.1-2 observa-se 2 tipos de emulsão: as chamadas emulsões simples, no caso a), na qual há somente as gotículas da fase dispersa na fase contínua. Também existem as emulsões múltiplas, como ilustrado no caso b), que são chamadas por Pal (2011) como “emulsões de emulsões”, no qual gotículas bem pequenas da fase contínua ficam dispersas dentro de gotículas maiores da fase dispersa – o que pode ocorrer por diversos motivos, como maior velocidade de mistura ou mudanças na fase que rege o sistema

(contínua). Neste segundo caso, vários efeitos afetam a viscosidade da mistura, inclusive efeitos como o de histerese. Quando há mudança na taxa de cisalhamento, ou seja, mesmo com a quebra e coalescência de gotículas devido à altas taxas de cisalhamento, a viscosidade se mantém mais alta do que a esperada para um mesmo sistema em emulsão simples (PAL, 2011).

De acordo com Gao, Liu e Liang (2024), um emulsificante, para ser efetivo, precisa reduzir a tensão interfacial na interface óleo-água para aumentar a estabilização, e atuar como uma “barreira” para que as gotículas se mantenham em suspensão, desfavorecendo a coalescência. A característica anfifílica de um hidrocolóide, ou seja, com parte de sua molécula hidrofílica e outra parte hidrofóbica, é o que dá a característica de emulsificante e estabilizante, uma vez que este consegue ser a ligação entre as fases imiscíveis. A goma arábica e outras gomas modificadas, a pectina e a celulose modificada são alguns dos hidrocolóides mais utilizados como emulsificantes na indústria de alimentos, por exemplo. Além dos tipos de moléculas mencionadas, também podem ser usadas moléculas com presença de proteínas, que se ligam de forma covalente ao polissacarídeo em solução – nesse caso, a gelatina é o único hidrocolóide com a característica hidrofílica necessária para ter essa classificação e pode ser usada como estabilizantes, mas também como gelificante. (DICKINSON, 2009)

2.2. Classificação de hidrocolóides

Existem diversos hidrocolóides, amplamente utilizados por diversos setores da indústria. De acordo com a literatura, podem ser classificados em Naturais, Sintéticos ou Semissintéticos, como pode ser observado na Figura 2.2-1. Os naturais, também chamados com menor frequência na literatura de bio-hidrocolóides, são aqueles de origem natural, obtidos a partir de plantas, animais, microrganismos ou algas. Já os semi-sintéticos são modificações dos hidrocolóides naturais, por meio de processos físico-químicos. Por fim, os sintéticos são colóides que são derivados de petróleo ou outro material sintético, que passam por modificações químicas até terem estruturas bem similares aos hidrocolóides naturais (Jayakody et al., 2023).

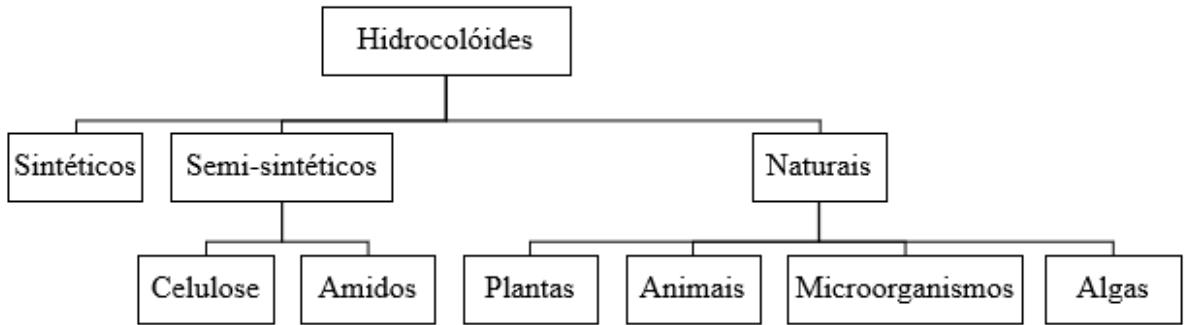


Figura 2.2-1: Ilustração com as classificações de hidrocolóides e suas origens.

Fonte: Adaptado de Jayakody et al., 2023

Na tabela 2.2-1 podem ser vistos alguns exemplos de hidrocolóides, sua classificação de acordo com a Figura 2.2-1, origem e aplicações. Na sequência, será feito o detalhamento de cada classificação.

Tabela 2.2-1: Exemplos de hidrocolóides, sua classificação, origem e aplicações.

Hidrocolóide	Classificação/Origem	Aplicações
Carragenina	Natural, obtido a partir de Algas	Espessante, gelificante
Pectina	Natural, obtido a partir de Plantas	Gelificante, estabilizante
Goma Xantana	Natural, obtido a partir de Microrganismos	Espessante, estabilizante
Gelatina	Natural, obtido a partir de Animais	Gelificante, Estabilizante
Goma de Alfarroba (locust bean), Goma Tara, Goma Konjac	Naturais, obtidos a partir de Plantas	Espessante, gelificante
Carboximetilcelulose (CMC) e Hidroxipropilmelcelulose (HPMC)	Semi-sintético, obtido a partir da modificação da Celulose	Espessante, estabilizador
Polímeros carboxivinílicos (Carbopol), óxidos de polietileno (Polyox) e Polivinilpirrolidona (PVP)	Sintéticos	Espessante, estabilizador

Fonte: Elaboração própria.

2.2.1. Hidrocolóides Naturais

Como definido anteriormente, hidrocolóides naturais são aqueles obtidos a partir de fontes da natureza, como plantas, animais, microrganismos e algas, sem que passem por modificações químicas em sua estrutura. Conforme o trabalho de Glicksman (1969), estes colóides hidrofílicos representam uma classe versátil de biopolímeros com características funcionais distintas, amplamente utilizados na formulação de alimentos, cosméticos e produtos farmacêuticos.

Os benefícios do uso desse tipo de matéria, ao invés dos sintéticos, está baseado no fato de que – devido a sua natureza – os hidrocolóides naturais são biodegradáveis, possuem baixa toxicidade, em geral são de fácil manuseio para aplicações industriais e ainda tem a vantagem indireta da maior aceitação do consumidor final, por serem extraídas de fontes naturais e sustentáveis. Cada vez mais, os consumidores buscam por ingredientes e consumíveis funcionais e “*clean label*”, conceito relacionado à sustentabilidade e origem natural de matérias-primas utilizadas nos produtos.

2.2.1.1. Derivados de Plantas

Os hidrocolóides de plantas são, em geral, estruturas de polissacarídeos encontradas em sementes, caule, folhas e exsudados de plantas (substâncias naturalmente extraídas ou secretadas por uma planta – tanto por processo natural, por meio de fissuras, ou intencionalmente estimulado com cortes). Sua extração é, de modo geral, simples, o que os torna economicamente interessantes para aplicação industrial. Portanto, os seguintes exemplos de colóides hidrofílicos se aplicam nesta categoria: celulose, amidos, pectina, goma arábica, goma guar, goma alfarroba, goma Konjac, gomas alternativas a partir de sementes de castanhas, frutas etc.

A goma Arábica é uma das gomas mais utilizadas na indústria de alimentos e bebidas, principalmente, sendo o Sudão, Senegal e Nigéria os países que mais produzem este hidrocolóide (PATEL; GOYAL, 2015). É uma goma que é extraída a partir de árvores de *Acacia Senegal* e *Acacia seyal*, principalmente. Estas árvores geram um exsudado, que fica grudado junto ao tronco da árvore. Segundo Patel e Goyal (2015), o processo de extração consiste de uma coleta natural de aglomerados dessa goma nas árvores, depois é feita uma limpeza para remover partículas sólidas indesejadas. O que foi extraído, então, passa por um processo de secagem, antes de ser moído para virar o pó ou pequenas partes que serão comercializadas.

Outro hidrocoloide de origem natural com amplo uso ao redor do mundo é a goma guar, que é obtida a partir da moagem das sementes da planta *Cyamopsis tetragonoloba*. De acordo com Mudgil, Barak e Khatkar (2011), a extração ainda é um processo simples, no qual as sementes da planta são secas, descascadas e é separado o endosperma, que é a parte da semente rica em goma guar. O endosperma, que pode passar por um processo de purificação, é moído até se tornar um pó, que é a forma de venda deste tipo de goma.

Com relação às suas propriedades, a goma Guar tem solubilidade em água fria e é utilizada como espessante em diversos produtos, uma vez que tem a capacidade de aumentar a viscosidade de misturas. Mudgil, Barak e Khatkar (2011) descrevem que comportamento da goma com relação ao aumento de viscosidade é ideal com pH menor e aumento de temperatura – sendo esta última o parâmetro de mais influência. Porém, o efeito prolongado de altas temperaturas também pode gerar degradação na propriedade e redução na viscosidade. Temperaturas entre 25–40 °C são ideais para manter alta viscosidade das dispersões preparadas com Guar.

Na Figura 2.2.1.1-1, pode-se observar a estrutura da molécula de goma guar, que consiste em cadeias lineares de unidades de β -D-manopiranose ligadas à resíduos de α -D-galactose como cadeias laterais (MUDGIL; BARAK; KHATKAR, 2011).

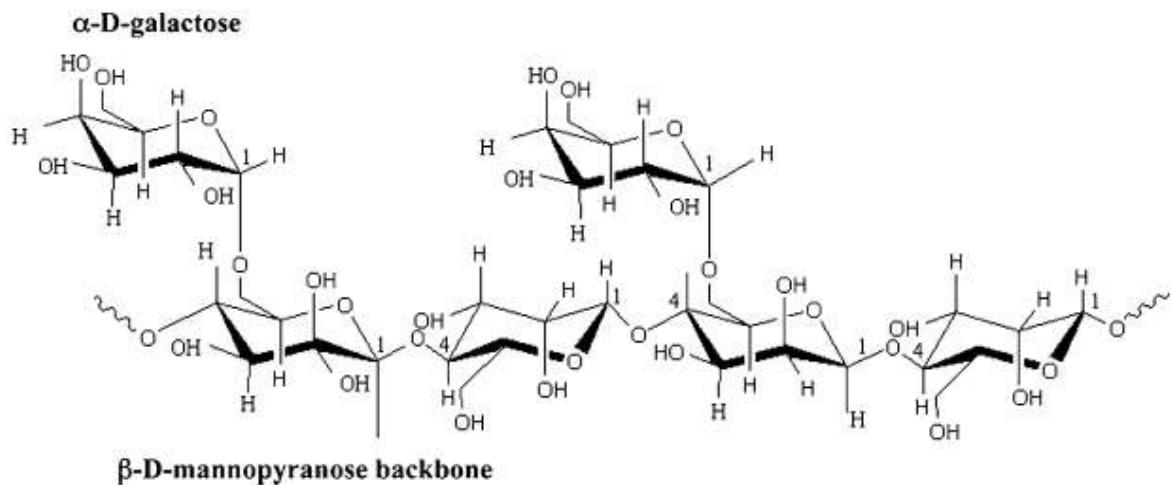


Figura 2.2.1.1-1: Estrutura da molécula de goma guar.

Fonte: Mudgil, Barak e Khatkar (2011)

Por fim, os amidos e pectinas também são amplamente utilizados na indústria alimentícia e são colóides hidrofílicos extraídos a partir de plantas. A grande diferença para as gomas mencionadas até então está no seu processo de extração, que é bem mais complexo.

Essa extração pode ser feita por método químico, que é o método mais convencional e é baseado na extração com adição de ácidos/bases fortes, seguido de precipitação da pectina e filtração. Também pode ser realizada utilizando um método físico, onde são empregadas técnicas de ultrassom e micro-ondas para extração. Além destes, pode ser empregado o método enzimático, que proporciona alto rendimento de extração da pectina, que é o produto desejado (CAMPOS et al., 2022). Apesar da origem destes hidrocolóides ser de fonte natural, seu processamento é bem mais complexo e envolve etapas químicas, o que tira deles a característica de serem processos sem impacto ambiental, além de gerarem subprodutos que podem ser tóxicos.

2.2.1.2. Derivados de animais

Os hidrocolóides de origem animal, segundo Jayakody et al. (2023) são extraídos principalmente a partir de pele e ossos de animais. São poucos em variedade, porém com extensa aplicação em diversas soluções - gelatinas, quitosana, derivados da caseína e algumas outras proteínas são exemplos destes. A gelatina é a mais utilizada dentre estes e seu método de obtenção é a partir da hidrólise parcial (ácida ou alcalina) de colágeno animal (ROJAS; GOZZO, 2017). O termo gelatina é utilizado para compreender alguns hidrocolóides, que podem variar sua composição com relação ao percentual proteico, o conteúdo de água associado às moléculas hidrocolóides, e a matéria prima utilizada. Sua utilização é principalmente como espessante e estabilizante em diversas áreas, como na indústria alimentícia e farmacêutica.

2.2.1.3. Derivados de Microorganismos

Como alternativa aos extratos de plantas e preparações a partir de subprodutos animais, surgiram tecnologias de extração de hidrocolóides a partir de processos realizados com microorganismos. Os exemplos de hidrocolóides mais utilizados nesta classificação são a goma gelana, produzida a partir da *Sphingomonas elodea* e utilizada amplamente como agente gelificante, espessante e emulsificante. Também, a goma xantana, obtida a partir da fermentação bacteriana realizada pela *Xanthomonas campestris* e por fim a dextrana, produzida pelos microrganismos *Leuconostoc mesenteroides* e *Streptococcus mutans*, que é usada como meio lubrificante e modificador de viscosidade (NG et al., 2020). Outros

hidrocolóides já mencionados neste trabalho, como celulose, também podem ser produzidos por microrganismos como fonte alternativa de obtenção.

Dentre as gomas obtidas a partir de micro-organismos, a goma xantana é a mais utilizada e é considerada uma produção natural uma vez que é obtida por fermentação bacteriana do *Xanthomonas campestris*. Como pode ser visto na Figura 2.2.1.3-1, sua estrutura é de um polissacarídeo composto por unidades de D-glicose, D-manose e ácido D-glucurônico na proporção molar de 2:2:1 (NG et al., 2020). A dispersão deste colóide pode ser feita a temperatura ambiente e o gel se forma a temperaturas acima de 40°C, segundo NG et al. (2020). Altamente estável a variações de pH e temperatura, essa dispersão é utilizada tanto para produtos da área de cosméticos e produtos farmacêuticos, quanto na indústria de alimentos e bebidas.

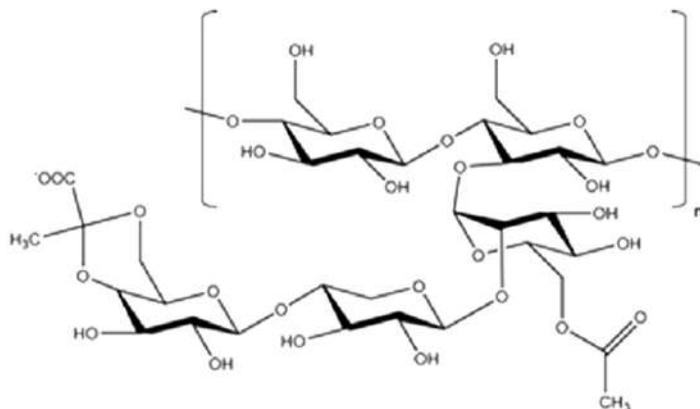


Figura 2.2.1.3-1: Estrutura química da molécula extraída a partir da *Xanthomonas campestris*.

Fonte: NG et al. (2019).

2.2.1.4. Derivados de Algas

Os colóides hidrofílicos extraídos a partir de algas mais utilizados são a carragenina, extraída algas vermelhas do tipo *Rhodophyta*, Ágar-ágár, também extraído de algas vermelhas, do tipo *Gelidium* e *Gracilaria*,, e os Alginatos, extraídos de algas marrons como *Laminaria* e *Macrocystis*.

A carragenina é um colóide amplamente utilizado na indústria, sua extração geralmente é feita após uma lavagem da alga seca, para retirada de sais, resíduos sólidos e microrganismos, seguido de uma digestão em água quente ou em soluções alcalinas (WEBBER, 2010). Além disso, a mesma possui mais três estruturas moleculares distintas,

sendo as principais subdivididas em três classes: kappa, iota e lambda, como pode ser visto na Figura 2.2.1.4-1. Cada uma das estruturas tem propriedades e utilizações específicas.

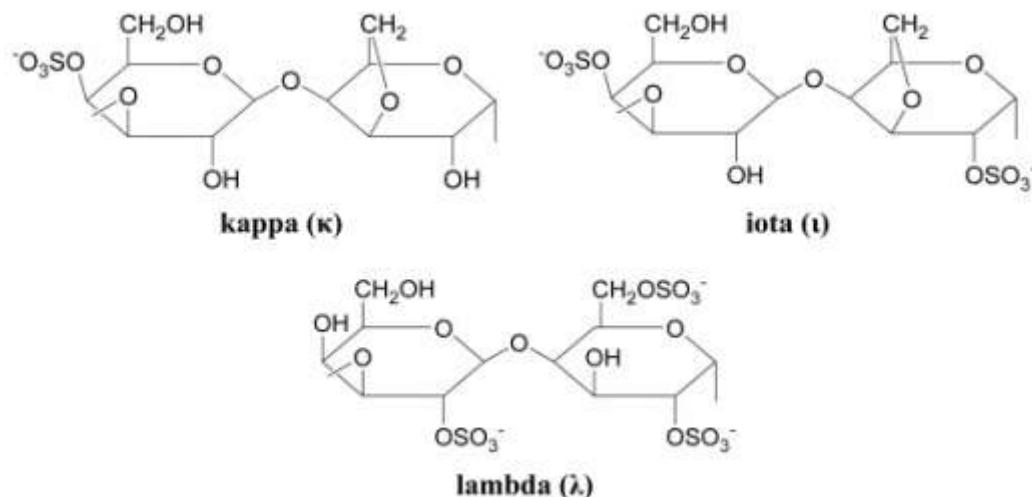


Figura 2.2.1.4-1: Ilustração da estrutura molecular de três variações da carragenina: Kappa, Iota e Lambda.

Fonte: Altrafine Gums (2025).

Segundo Jayakody et al. (2023), das três estruturas presentes na Figura 2.2.1.4-1, somente a Kappa e Lambda carragenina são solúveis em água fria, enquanto a Iota é solúvel somente em água quente. Para todas as soluções, as carrageninas são estáveis em pH 5-10 e são desestabilizadas em pHs ácidos (baixos) e em altas temperaturas. Com relação a aplicação, a iota-carragena é utilizada principalmente na indústria farmacêutica e forma um gel estável quando combinado com sais de cálcio. Já as carrageninas Kappa e Lambda são utilizadas principalmente para alimentos, como estabilizantes e espessante de produtos lácteos (Altrafine Gums ,2025).

Outro hidrocolóide relevante é o ágar-ágar, também extraído a partir de algas vermelhas. Sua estrutura é composta por uma mistura de dois polissacarídeos, o agarose e a agarpectina, sendo o primeiro com maior percentual na mistura. A estrutura química pode ser observada na Figura 2.2.1.4-2.

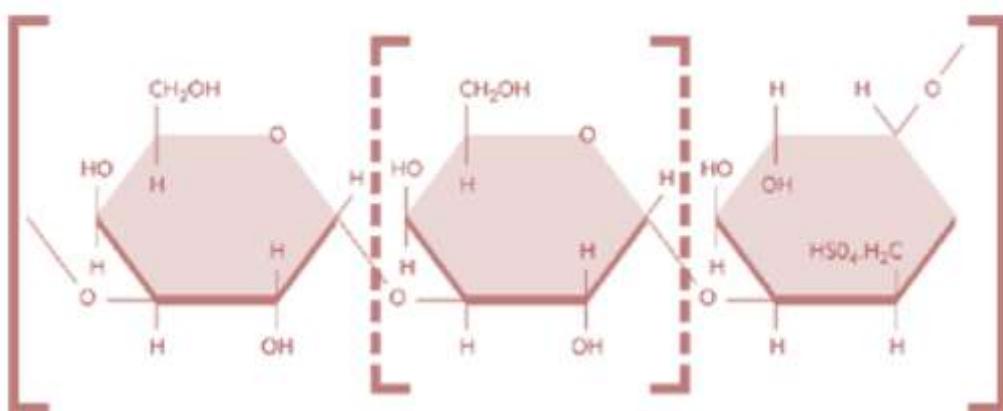


Figura 2.2.1.4-1: Ilustração da estrutura química do ágar (agarose com agarpectina).

Fonte: Ferreira (2015).

De forma similar a extração da carragenina, a extração do ágar tem com primeira etapa uma lavagem da alga, para remover sais e sólidos indesejados, seguido por um aquecimento em água para a extração do ágar. A mistura resultante é filtrada e resfriada, formando um gel com baixo percentual de ágar. Este gel pode passar por alguns processos para remoção de água e concentração do ágar, como utilização de pressão e secagem em forno, para se tornar produto final (FERREIRA, 2015).

Ainda segundo Ferreira (2015), o ágar é uma substância coloidal que é insolúvel em água fria, porém absorve grande quantidade de água quando aquecido. A formação de gel ocorre uma vez que a temperatura mínima é atingida e esta formação é termicamente reversível. Sua capacidade de solidificar rapidamente e resistir à degradação térmica o torna flexível para aplicações em alimentos que são submetidos a altas temperaturas durante o processo de preparo, por exemplo.

Por fim, os alginatos são colóides que, apesar de também poderem ser obtidos por microrganismos, são majoritariamente derivados de algas marrons que, na presença de cátions bi-valentes como o cálcio, formam géis estáveis. Diferente da carragenina e ágar, mencionados anteriormente, o processo de extração do alginato já é um pouco mais complexo e exige etapas que geram subprodutos que não são necessariamente biodegradáveis e sustentáveis. Neste processo, a extração das algas ocorre na presença de etanol e ácido clorídrico inicialmente. Depois, o carbonato de sódio é adicionado em temperatura e pH controlados, para ser, finalmente, precipitado o colóide com uso de etanol (ROJAS; GOZZO, 2017).

O composto mais utilizado de alginato é o alginato de sódio, e seu mecanismo de gelificação é baseado na reação de sua molécula com o cálcio, ou outro cátion bi-valente, na qual o composto torna-se insolúvel, resultando em um gel ou filme. Estes, tem uma característica de serem termicamente irreversíveis, ou seja, não a mistura não retorna ao estado líquido mesmo que haja aquecimento (GARCIA-CRUZ; FOGETTI; SILVA, 2008).

2.2.2. Hidrocolóides semi-sintéticos

Hidrocolóides semi-sintéticos são aqueles que são produzidos a partir de modificações químicas de hidrocolóides que são obtidos, inicialmente, de forma natural. No geral, são aplicações otimizadas, com grande eficiência, uma vez que as modificações químicas são feitas justamente para melhoria na qualidade e de algumas propriedades específicas destes colóides.

Os maiores exemplos de semi-sintéticos são os derivados da celulose – como alguns já foram mencionados na tabela 2.2-1 deste trabalho. Estes podem passar por diversos processos, sendo os principais a esterificação, eterificação e a copolimerização da celulose. Na Figura 2.2.2-1, é possível ver a estrutura química e física de dois hidrocolóides baseados em celulose – CMC e HPMC.

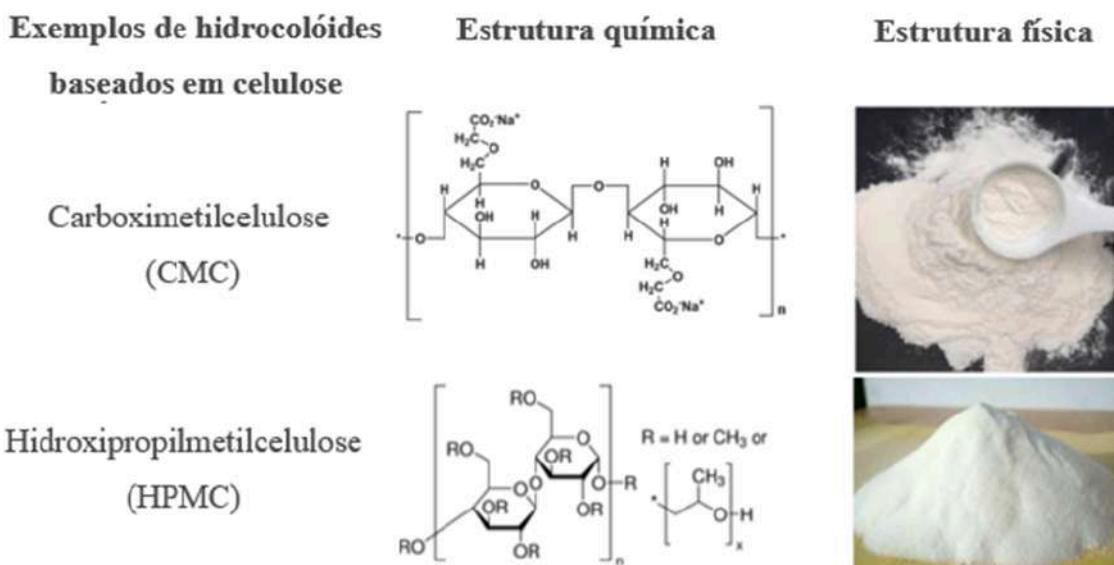


Figura 2.2.2-1: Estrutura química e física da Carboximetil celulose (CMC) e hidroxipropilmetylcelulose (HPMC).

Fonte: adaptado de Pirsa e Hafezi (2022).

A carboximetilcelulose, ou CMC, é um dos colóides hidrofilico obtido a partir da esterificação da celulose, ela age como espessante, emulsificante e estabilizante – por isso, substitui com eficiência outros hidrocolóides naturais, por exemplo, já mencionados neste trabalho. Já a Hidroxipropil-metil-celulose (HPMC) é obtida a partir da reação da celulose, alcalinizada com NaOH, com óxido de propileno e cloreto de metila. Possui característica anfotérica devido a presença de grupos polares, como a metilas, e apolares. Dependendo da proporção destes grupos, a HPMC terá uma característica mais ou menos hidrofilica. Por ter a possibilidade de ter diferentes características de polaridade, a HPMC pode ser usada em diversas aplicações, como espessante para tintas, espessante para argamassas e concreto, em produtos cosméticos e até alimentícios (MARANI; PETRI, 2013).

2.2.3. Hidrocolóides sintéticos.

Por fim, os hidrocolóides sintéticos, muitas vezes chamados de hidrogéis, são aqueles derivados de processos químicos, mas com estrutura similar aos hidrocolóides naturais. Um exemplo de espessante muito utilizado é o Carbopol, polímero de ácido acrílico, que forma um gel transparente de alta viscosidade e alta estabilidade. Além deste, a polivinilpirrolidona, também é outro hidrocolóide sintético que é formador de filme e agente estabilizante de suspensões (JAYAKODY et al., 2023). A principal desvantagem destes é que são produtos obtidos por sínteses químicas que podem gerar subprodutos tóxicos, além dos produtos em si que não tem alta biodegradabilidade, ainda mais quando comparado a soluções naturais ou semi-sintetizadas.

2.3. Combinação de Hidrocolóides e sinergia

Um ponto relevante no estudo nas aplicações de hidrocolóides são as combinações de mais de um hidrocolóide, para obtenção dos efeitos sinérgicos destas misturas. Sinergia é a interação entre dois ou mais agentes, que resulta em um efeito diferente do que a simples junção de dois efeitos separados. No caso dos colóides, há alguns estudos publicados e conhecimento acadêmico consolidado sobre o assunto em que entende-se que para algumas combinações de gomas, como a goma de Alfarroba combinada tanto à goma Xantana como a carragenina, a combinação resulta em melhoria nas propriedades reológicas da dispersão final, com efeitos combinados de estabilização e aumento de viscosidade, por exemplo, utilizando uma menor quantidade de gomas (CAMACHO; MARTÍNEZ-NAVARRETE; CHIRALT, 2005).

No caso específico da combinação de goma Xantana e goma de Alfarroba, por exemplo, a primeira tem a característica de ser um hidrocolóide não-gelificante, mas que faz ocorrer o aumento da viscosidade em dispersões. Segundo Camacho, Martínez-Navarrete e Chiralt (2005), quando combinada com a goma de alfarroba, até em pequena quantidade, o resultado é a formação de um gel reversível. Entende-se que, devido a essa mistura, há um desenvolvimento mais intenso do entrelaçamento de moléculas na rede tridimensional entre as macromoléculas, que é o que forma a estrutura do hidrocolóide como gel.

Na Figura 2.3-1, pode ser observado um dos resultados obtidos no estudo de Mezreli et al. (2024), em que é analisada a viscosidade aparente da goma xantana e goma de alfarroba separadas, além da viscosidade aparente da combinação entre as duas, por três métodos diferentes: CD, que vem do inglês “cabinet drying”, ou seja, uma secagem convectiva; PD, que é “drying after alcohol precipitation”, onde é feita primeiro a precipitação com álcool; FD, que é “direct freeze drying”, onde a mistura foi congelada à -18°C. No eixo X está a taxa de cisalhamento e no eixo Y a viscosidade aparente.

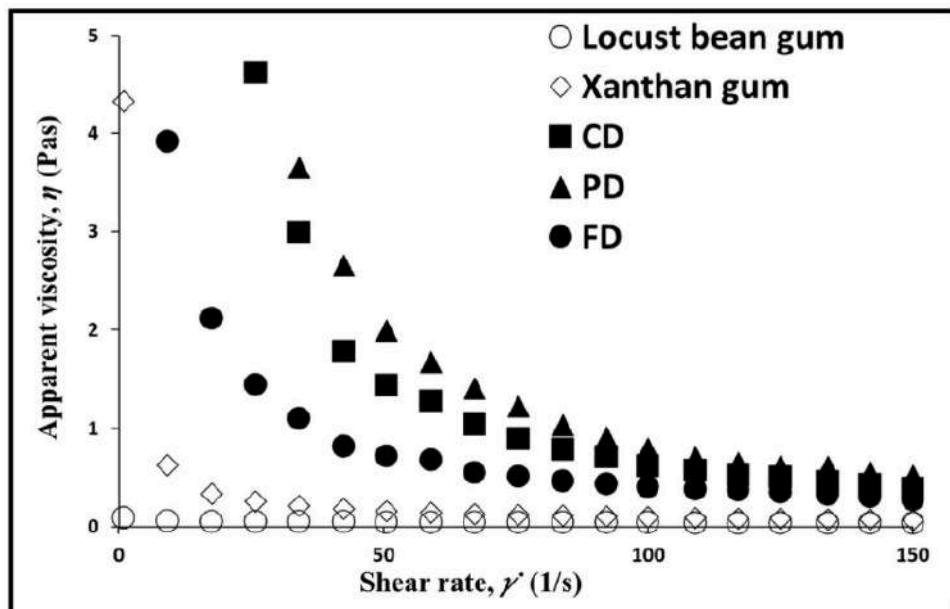


Figura 2.3-1: Gráfico de viscosidade aparente *versus* taxa de cisalhamento para goma xantana, goma de alfarroba e para misturas sinérgicas de ambas, obtidas por 3 métodos diferentes (CD, PD, FD).

Fonte: Mezreli et al. (2024)

O resultado do trabalho de Mezreli et al. (2024) demonstra o efeito da sinergia na mudança de viscosidade, uma vez que é visto de forma clara que, principalmente em menores taxas de cisalhamento, há um deslocamento das curvas quando comparadas as gomas isoladas com a combinação de ambas, sendo que a combinação apresenta viscosidades aparentes consideravelmente maiores. Esta combinação se torna muito interessante para aplicações industriais diversas, por ser um produto com a capacidade de gelificação a partir de hidrocolóides que, isoladamente, não formam gel.

2.4. Mercado de hidrocolóides

De acordo com o relatório setorial “Mercado de hidrocolóides 2024-2031” da Kings Research (2023), o tamanho do mercado global de hidrocolóides foi na ordem de US\$10,83 bilhões em 2023. Também é esperado um crescimento significativo nos anos seguintes, sendo projetado para atingir US\$17,32 bilhões até 2031. A motivação por trás deste movimento de mercado tem alguns motivos, sendo um dos principais deles o movimento de maior “consciência” dos consumidores, que buscam cada vez mais alimentos e produtos menos processados e mais sustentáveis, buscando menor impacto ao meio ambiente.

Além disso, este movimento também impacta utilização de hidrocolóides em produtos farmacêuticos e cosméticos, mais relacionados a cuidados pessoais que também influenciam nesta crescente do mercado. Segundo a Fortune Business Insights (2023, tradução livre), “uma mudança de paradigma tem ocorrido em direção aos produtos naturais, já que os produtos químicos sintéticos em cosméticos causam irritações na pele [...] e alergias”. Os consumidores, então, procuram por alternativas naturais. Outro dado relevante é o tamanho do mercado de hidrocolóides extraídos de fontes vegetais, ou seja, naturais, que segundo o relatório “Mercado de Hidrocolóides de Plantas”, publicado pela Verified Market Reports (2025), foi avaliado em US \$ 5,5 bilhões em 2024 e é projetado para chegar a US \$ 8,2 bilhões até 2033

Também é esperado um aumento significativo na busca de hidrocolóides ligado à área medicinal e farmacêutica, com uma mudança de matéria prima para curativos designados a pós-cirúrgico, feridas e queimaduras, feitas à base de hidrocolóides. Ainda de acordo com a Kings Research (2023), “À medida que os prestadores de cuidados de saúde dão cada vez mais prioridade a soluções de tratamento de feridas centradas no paciente [...] espera-se que a procura por hidrocolóides aumente”.

Com relação à análise do mercado por tipo de hidrocolóide, ambos relatórios mencionados anteriormente apontam a Gelatina como o hidrocolóide que tem atualmente a parte mais expressiva do mercado. Em 2023, o mercado de Gelatinas gerou a maior receita de US\$2,74 bilhões, devido principalmente à aplicações da indústria farmacêutica (KING RESEARCH, 2023). Na Figura 2.4-1 é possível observar a divisão, por hidrocolóide, da participação no mercado, em 2019. neste contexto, também é relatado que os produtos de origem animal são vistos como potencial mercado emergente - principalmente por serem potenciais utilizações de subprodutos de outros mercados e muito usados para obtenção de gelatina, que tem hoje a maior participação no mercado.

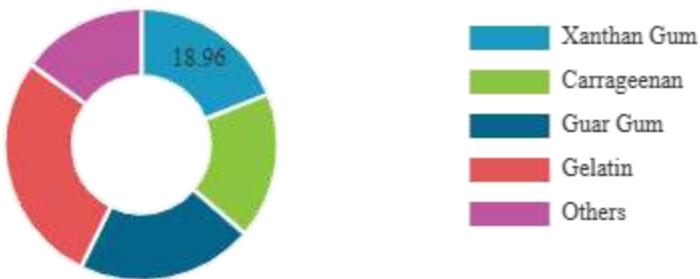


Figura 2.4-1: Distribuição da participação no mercado, por tipo de hidrocolóide, em 2019.

Fonte: Fortune Business Insights (2023).

Em relação às áreas de aplicação dos colóides hidrofílicos, o mercado com maior participação percentual no total de vendas é, tanto no relatório de 2019 quanto no último, de 2023, o de Alimentos e bebidas - em 2023 a participação foi de 55% do total. Algumas demandas específicas, como por exemplo, a necessidade de suprir para o mercado produtos que sejam sem glúten, estimulou o uso de hidrocolóides como goma guar e Xantana em substituição a farinhas, tendo propriedades nutricionais interessantes. Em seguida, ver a indústria farmacêutica, também com participação expressiva nos resultados.

Por fim, ao olhar para o cenário mundial, duas áreas se destacam com relação ao mercado geral de hidrocolóides, que são a Ásia, que teve maior participação no mercado em 2019, e a Europa, que ficou com este mesmo posto em 2023. quando falamos especificamente de hidrocolóides de origem vegetal, por exemplo, este cenário muda um pouco e a América do Norte ganha a liderança neste mercado, com cerca de 35% do mercado total, seguida pela Ásia (30%) e Europa (20%) (VERIFIED MARKET REPORTS, 2025). As empresas, ou

atores, que ganham destaque neste mercado são Cargill, Dow Dupont, Grupo Kerry, Ashland, Braun, Cargill, CP Kelco U.S. e Ingredion, dentre outros.

3. METODOLOGIA

O mapeamento tecnológico foi realizado considerando a produção científica e patentes existentes acerca dos hidrocolóides naturais e suas tecnologias de produção, obtenção e processamento. Também, parte da pesquisa foi realizada com foco em outros produtos desse mesmo mercado, como hidrocolóides sintéticos, para base de comparação. O estudo foi feito utilizando uma adaptação da metodologia desenvolvida no trabalho de Borschiver e Da Silva (2016), onde a prospecção tecnológica é realizada em três etapas: pré-prospectiva, prospectiva e pós prospectiva, a serem explicadas a seguir.

3.1. Etapa pré-prospectiva

A etapa pré-prospectiva em um estudo de prospecção tecnológica, conforme descrito por Borschiver e Da Silva (2016), é uma fase inicial que envolve uma pesquisa preliminar sobre o tema – no caso, sobre os hidrocolóides naturais e seu mercado. Durante essa etapa, são identificados os principais aspectos conceituais, definidos os objetivos e a abordagem do estudo. Além disso, é estabelecida a estratégia de busca de documentos, como artigos científicos e patentes, que serão utilizados nas etapas subsequentes.

Essa primeira etapa é realizada para garantir que o estudo tenha uma base sólida e direcionada, facilitando a identificação de tendências e atores relevantes no campo tecnológico analisado. Também são escolhidas as palavras-chave relevantes para fazerem parte da segunda etapa da pesquisa, a etapa prospectiva.

Inicialmente, foram escolhidas as seguintes palavras-chave para a busca da etapa pré-prospectiva: Hidrocolóides naturais; Bio-Hidrocolóides; Hidrocolóides sintéticos; Mercado de hidrocolóides; Mercado de gomas; Espessantes naturais; Aplicações de hidrocolóides; Inovações em hidrocolóides naturais; Colóides hidrofilicos.

Com estas palavras e expressões, a primeira etapa foi realizada fazendo pesquisa em bases amplas de dados como o *Google Scholar* e na *Base Minerva*, da UFRJ. Para obter abrangência, mas com a profundidade necessária para a pesquisa, foram priorizados artigos de instituições relevantes e relatórios contendo o detalhamento de fontes de informação. As palavras-chave selecionadas inicialmente atenderam bem a demanda e geraram informações relevantes para a análise, posteriormente. A análise inicial dessas fontes permitiu mapear o

estado da arte e identificar lacunas de conhecimento, bem como o indício de algumas tendências do desenvolvimento tecnológico na área dos hidrocolóides naturais. Além disso, também foi realizada a consulta a relatórios setoriais, para auxiliar no entendimento da atual dinâmica de mercado, e servindo de complemento à perspectiva acadêmica do setor.

3.2. Etapa Prospectiva

Na fase prospectiva, é realizado o mapeamento detalhado de produção científica sobre o assunto pesquisado (artigos científicos, em sua maioria) e de patentes, para uma visão de médio-longo prazo sobre o assunto pesquisado. Para isso, são utilizadas palavras-chave mapeadas na etapa pré-prospectiva e é necessário fazer a definição de como serão organizados os resultados obtidos para análise relevante das informações.

No presente trabalho, esta etapa foi dividida em duas subseções: Mapeamento de patentes e mapeamento de publicações científicas – com foco em Artigos científicos. Esta subdivisão foi realizada para facilitar a etapa pós-prospectiva, ou seja, de análise, uma vez que essa será realizada de forma similar à proposta por Borschiver e Da Silva (2016). Nesta análise, o horizonte temporal das inovações é dividido em 3 categorias, onde as tendências tecnológicas no curto prazo são associadas com patentes concedidas, enquanto as de médio prazo são relacionadas às patentes depositadas. Para o cenário a longo prazo, as inovações apresentadas em artigos científicos são analisadas – uma vez que estas dependem de mais etapas de desenvolvimento e validação antes de se tornarem soluções de mercado.

3.2.1. Mapeamento de patentes

A base de patentes utilizada no presente estudo foi a *Espacenet*, administrada pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO). Conforme o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) (2022), *Espacenet* é uma base de dados que oferece acesso gratuito a mais de 150 milhões de documentos de patentes de mais de 100 países. Uma das principais vantagens do Espacenet em relação a outras bases de dados é sua interface intuitiva e interativa, que facilita a busca e visualização de documentos, além de permitir a geração de gráficos com resultados de busca e o acesso a informações detalhadas sobre a situação legal das patentes.

Nos campos de busca, a base *Espacenet* oferece algumas opções avançadas de busca, como pode ser visto na Figura 3.2.1-1, como campos para buscar palavras-chave em partes

específicas do documento de patente, como no próprio texto principal, somente no resumo do documento, em partes de nomes (inventor; depositante), por país, dentre outras funcionalidades.

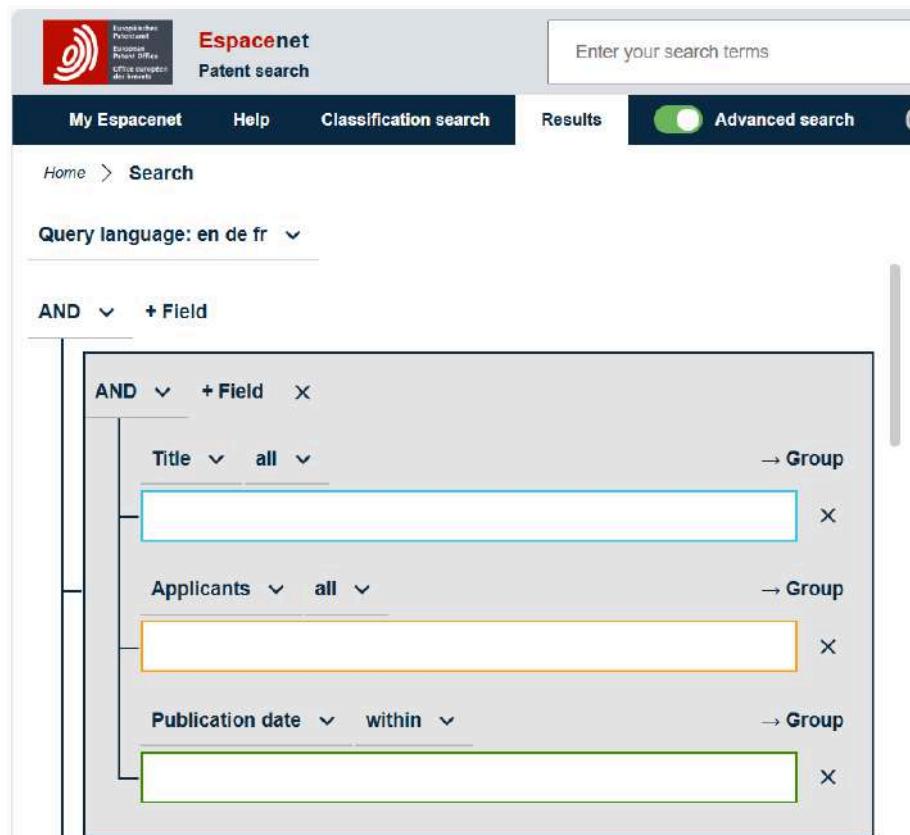


Figura 3.2.1-1: Exemplo de opções na busca avançada na base Espacenet.

Fonte: elaboração própria, a partir de [worldwide.espacenet.com/patent/Search](http://www.espacenet.com/patent/Search).

Na base Espacenet, é possível diferenciar entre patentes depositadas e concedidas através dos status de publicação. Patentes depositadas geralmente aparecem com o status de "*application*" ou "*pending*", que significa “em aplicação” ou “pendente” (tradução livre), enquanto as patentes concedidas são marcadas como "*granted*", “concedidas” (tradução livre). Para todas as palavras-chave pesquisadas foram obtidos os dois tipos de patente, sem restrição.

A pesquisa realizada para o presente trabalho não teve foco local, ou seja, não foi determinado um país ou região durante a fase de busca. As patentes obtidas foram de origem mundial e a tendência avaliada foi também pensando no mercado mundial. Porém, na obtenção de dados é extraída, juntas aos dados da patente, a origem do trabalho, de acordo

com o depositante. Esta funcionalidade da ferramenta da base de dados possibilita que, durante a análise, possam ser estudadas tendências relacionadas à origem de depósito.

Na busca, o espaço temporal dos últimos 10 anos foi utilizado como filtro. Para a análise de tendência tecnológica é importante identificar não só quais foram as últimas inovações depositadas, como as publicações realizadas nos últimos anos. Além disso, o espaço temporal mais amplo permite observar as patentes que foram depositadas e que podem estar na iminência de serem concedidas.

Dentro da base *Espacenet*, nas caixas de pesquisa, também é necessário escolher o operador booleano que será utilizado para as palavras-chave, caso a pesquisa englobe mais de uma (ESPACENET, 2025). Algumas das opções são:

- Operador “AND”, que em português significa “E”: Permite que duas ou mais palavras-chave sejam utilizadas, porém os resultados precisam conter todas as palavras-chave adicionadas no campo selecionado;
- Operador “OR”, que em português significa “OU”: Permite que duas ou mais palavras-chave sejam utilizadas e os resultados precisam somente conter uma das palavras-chave adicionadas no campo selecionado para serem obtidos.
- Operador “NOT”, que em português significa “Não”: Utilizado para excluir invenções irrelevantes de uma pesquisa, ou que não façam sentido no contexto do trabalho.

Assim, combinações de diferentes palavras-chave, campos selecionados e operadores podem ser utilizados, dependendo do objetivo e da estratégia da busca. Na tabela 3.2.1.1 estão listadas as combinações de palavras-chave e operadores Booleanos utilizados na atividade de prospecção deste trabalho.

Tabela 3.2.1.1 – Combinações de palavras-chave e operadores utilizados nas pesquisas na base de dados Espacenet.

Palavras-chave (inglês) e Operador utilizado	Caixa de Busca	Faixa de tempo
Hydrocolloid	Título	2015-2024
Hydrocolloid	Título e Resumo	2015-2024
Hydrocolloids	Título e Resumo	2015-2024

Natural “AND” Hydrocolloids	Título	2015-2024
Natural “AND” Hydrocolloids	Título e Resumo	2015-2024
Modified “AND” Gum	Título e Resumo	2015-2024
Hydrocolloids “AND” Cosmetic	Título	2015-2024
Gum “AND” Cosmetic	Título	2015-2024
Hydrocolloid “AND” Food	Título e Resumo	2015-2024
Hydrocolloid “AND” Natural “AND” Food	Título e Resumo	2015-2024
Hydrocolloid “AND” Pharmaceutical	Título e Resumo	2015-2024

Fonte: elaboração própria.

A estratégia para escolhas das palavras-chave foi baseada nas informações obtidas na fase pré-prospectiva, além de levar em consideração algumas características da própria base de dados. Como exemplo, foi observado que a pesquisa utiliza as palavras “hidrocolóide” e “hidrocolóides”, somente diferenciadas pelo plural, resultando em diferentes patentes – por esse motivo ambas foram incluídas nas pesquisas. Também foram incorporadas palavras específicas dos setores anteriormente identificados, como “Comida”, “Cosméticos” e “Farmacêutico”, para ajudar a identificar o estágio de inovação tecnológica em cada área de aplicação. Por fim, a combinação de palavras-chave com a palavra “Natural” foi feita com a intenção de identificar patentes em que o hidrocolóide utilizado fosse de origem natural, que é o objetivo do estudo principal do estudo.

Para classificação de patentes em grupos menores, foram utilizados os grupos IPC (International patent classification), associados às patentes, para entender em qual área de interesse cada uma das patentes poderia ser aplicada. O IPC é um sistema padronizado, criado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI/WIPO) e usado no mundo inteiro para classificar patentes de acordo com o campo técnico a que pertencem.

A estrutura dos grupos IPC é uma combinação de letras e números que segue a seguinte ordem: seções, classes, subclasses e grupos. Um exemplo de grupo é A61K 8/36, no qual “A” é a seção, que nesse arcado é a sessão de Necessidades humanas. Em seguida, a combinação de números 61 identifica a classe, que nesse caso é a de ciências médicas e veterinárias. Os próximos números e letras detalham ainda mais sobre o que aquela patente estudou ou a sua aplicação.

3.2.2. Mapeamento de produção científica

A base de dados primária para a busca de artigos científicos no presente trabalho foi a base Scopus. O Scopus é uma base de dados multidisciplinar para pesquisas bibliográficas, administrada pela Elsevier. Segundo a Elsevier (2025), “O Scopus fornece rapidamente as informações que você procura em mais de 92 milhões de registros”. Dentre estes registros estão artigos científicos, citações, capítulos de livros, dentre outros materiais acadêmicos que podem ser consultados. Além disso, a interface da base de dados oferece ferramentas de busca avançadas, como a possibilidade de utilização de diversas palavras-chave e operadores booleanos, e ferramentas analíticas, como a geração de gráficos a partir das buscas realizadas.

Na base de dados Scopus, a pesquisa também foi feita com palavras-chave, de forma similar ao que foi realizado na base de patentes. Também são utilizados os operadores booleanos detalhados na seção anterior, “AND”, “OR” e “NOT”

Uma vez que a base de dados utilizada contém diversos tipos de documentos – incluindo revisões bibliográficas, capítulos de livro, apresentações – no presente trabalho, a metodologia aplicada foi restringir a pesquisa apenas para Artigos. No Scopus, é possível fazer este filtro no campo “Tipo de documento”, onde podem ser selecionados apenas os tipos de documento que interessam para a prospecção realizada, a partir de categorias pré-existentes. Foram selecionados, então, os campos de artigos, que se dividem em “Articles”, cuja tradução, colocada em contexto é de “Artigos de periódico”, e “Conference papers”, cuja tradução é “Artigos de conferência”, sendo estes artigos submetidos e apresentados em conferências acadêmicas e científicas.

O filtro foi aplicado com o objetivo de focar em inovações e facilitar a análise feita na etapa pós-prospectiva, uma vez que os outros tipos de documentação trazem o assunto, em sua maioria, já de forma consolidada, como em livros, sem o foco desejado em inovações tecnológicas.

Assim como o trabalho feito com as patentes, na base Scopus não foi realizado filtro de acordo com localização na fase de busca e o mesmo espaço temporal, entre 2015 e 2024 foi utilizado. A maior diferença observada entre as bases é o uso de algumas palavras-chave. Diferente do que foi observado anteriormente, na busca de artigos não há diferenciação entre a pesquisa com a palavra-chave no singular ou no plural. A palavra-chave “hydrocolloid” gerou os mesmos resultados do que os da palavra “hydrocolloids”, por exemplo. Tal diferença pode ser observada na tabela 3.2.2.1, onde um número menor de combinações pode ser observado. Além disso, o critério “Tipo de documento” também foi adicionado à tabela de combinações.

Tabela 3.2.2.1 – Combinações de palavras-chave, operadores utilizados e tipo de documento nas pesquisas na base de dados Scopus.

Palavras-chave (inglês) e operador utilizado	Caixa de Busca	Tipo de documento	Faixa de tempo
Hydrocolloid “AND” Natural	Título; Resumo; Palavras-chave	Artigo; Artigo de Conferência	2015-2024
Hydrocolloid	Título	Artigo; Artigo de Conferência	2015-2024
Gum “AND” Natural	Título	Artigo; Artigo de Conferência	2015-2024
Modified “AND” Gum	Título	Artigo; Artigo de Conferência	2015-2024

Fonte: elaboração própria.

3.3. Etapa pós-prospectiva

Finalmente, a etapa pós-prospectiva do presente estudo de prospecção tecnológica, conforme descrito por Borschiver e Da Silva (2016), será a fase final onde todas as análises realizadas nas etapas anteriores são organizadas e discutidas. Nas análises, dependendo da base de dados utilizadas, as categorias a serem analisadas serão o número de publicações por pesquisa, ano de publicação, área de aplicação da tecnologia, país de origem do/dos publicantes, setor da empresa relacionada, dentre outros.

A parte adaptada da metodologia de Borschiver e Da Silva (2016) se aplica nesta parte do trabalho, onde será analisada a evolução das tendências observadas, a partir de agrupamento de artigos e patentes em categorias, destacando os principais atores e tecnologias identificados durante o estudo.

Para a análise feita no presente trabalho, os artigos foram analisados sob a ótica de longo prazo, uma vez que demandam maior tempo, investimento e desenvolvimento antes de poderem ser utilizados a nível de mercado. Já as patentes foram mapeadas entre as duas classificações e analisadas sob as seguintes considerações:

- **Patentes depositadas:** análise feita considerando o cenário de médio-longo prazo, visto que os trabalhos e tecnologia só poderão ser de fato aplicados em maior escala uma vez que a patente é concedida. Também foi levado em consideração a possibilidade de algumas empresas e/ou institutos depositaram patentes justamente com o intuito de influenciar o mercado em uma direção tecnológica. Então, para as patentes depositadas, a análise de aplicadores precisa ser um pouco mais meticulosa, tentando correlacionar os atores envolvidos na tecnologia e sua posição no mercado daquele desenvolvimento.
- **Patentes concedidas:** para estas, o cenário considerado foi o de curto-médio prazo, uma vez que as patentes concedidas já são tecnologias em estágio mais avançado. São as que estão mais próximas de serem utilizadas comercialmente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Etapa pré-prospectiva

A etapa inicial da pesquisa contou com a busca de matérias e relatórios setoriais de forma ampla, em sites de pesquisa como *Google*. Dos relatórios setoriais analisados, dois destacam o crescimento do mercado global de hidrocolóides, sendo um dos destaques valor previsto para o mercado mundial em 2031, que é de US\$ 17,32 bilhões, o que representa 6,06% de crescimento em comparação com 2024 – trazendo o destaque para o crescimento do mercado Asiático e Norte Americano. Sob essa ótica, espera-se comparar essa expectativa, nas próximas etapas da análise, com o resultado das análises sobre as produções científicas, tanto em artigos quanto patentes.

A pesquisa também indicou que o maior mercado para utilização de hidrocolóides atualmente é o de bebidas e alimentos. Há uma expectativa de crescimento no setor do cosmético, para redução de ingredientes de origem sintética, e substituição, cada vez mais, de produtos sintéticos por hidrocolóides naturais em todo o mercado. Também é observada esta tendência a partir da informação da Organização de Alimentos e Agricultura de 2021 (FAO), que indicou que quase 66% dos consumidores estariam dispostos a pagar valores mais altos por produtos com ingredientes naturais.

Com base nessas informações, as buscas por patentes e artigos científicos foram orientadas utilizando as principais palavras-chave relacionados tanto ao material “hidrocoloide(s)” quanto às suas principais áreas de aplicação, como “Cosméticos” (setor de alimentos), “farmacêutico”, “alimentos”, mas também pela principal característica que buscou observar, que é “natural”. A palavra “goma” também foi bastante observada nos relatórios, e foi utilizada nas pesquisas em bases de dados.

Também foi testada a utilização da palavra “bio-hidrocolóide”, como uma tentativa de palavra alternativa para fontes relacionadas a hidrocolóides naturais. Porém foi observado que esse termo não é comumente atualizado para abordar o assunto, portanto, essa expressão não foi utilizada na etapa prospectiva.

Essa abordagem permitiu utilizar os resultados da etapa pré-prospectiva para encontrar documentos tecnicamente relevantes direcionados para o tema desejado.

4.2. Discussão sobre a Etapa prospectiva

Após as pesquisas serem feitas de acordo com as tabelas 3.2.1.1, para a base de dados de patentes, e 3.2.2.1 , para artigos, os dados gerados a partir de cada uma das buscas foram tratados para serem categorizados e analisados de acordo com o tempo, países de origem, mercado ao qual estão relacionados, dentre outras categorias a serem exploradas a seguir.

4.2.1. Etapa prospectiva – Base de dados de patentes

Na tabela 4.2.1-1, é possível observar os resultados das pesquisas realizadas na base de patentes Espacenet. Durante as pesquisas, foi observado que muitos dos artigos se repetiam entre as pesquisas, por compartilharem palavras-chave. Decidiu-se, então, aprofundar nas duas pesquisas mais abrangentes – “Hidrocolóides” e “Hidrocolóides naturais”, ambas para Título e Resumo. Quando comparado ao estudo da base de dados de artigos, as pesquisas

foram muito mais enxutas nesta sessão do trabalho. Isto ocorreu propositalmente, uma vez que foi observado durante a prospecção na base de patentes que as pesquisas mais restritas em algum assunto, como por exemplo específicas para cosméticos, no geral estavam englobadas nos resultados das pesquisas mais abrangentes sobre hidrocolóides naturais. As outras pesquisas, que não foram analisadas no detalhe, serviram de fontes de leitura e consulta, fornecendo *insights* valiosos para a construção do trabalho.

Tabela 4.2.1-1: Resultados obtidos nas pesquisas na base de dados Espacenet.

Palavras-chave (inglês) e operador utilizado	Caixa de Busca	Número de patentes obtido
	Título	
Hydrocolloid	Título	299
Hydrocolloid	Título e Resumo	1308
Hydrocolloids	Título e Resumo	125
Natural “AND” Hydrocolloids	Título	4
Natural “AND” Hydrocolloids	Título e Resumo	34
Modified “AND” Gum	Título e Resumo	3107
Hydrocolloids “AND” Cosmetic	Título	12
Gum “AND” Cosmetic	Título	27
Hydrocolloid “AND” Food	Título e Resumo	119
Hydrocolloid “AND” Natural “AND” Food	Título e Resumo	6
Hydrocolloid”AND” Pharmaceutical	Título e Resumo	14

Fonte: elaboração própria.

Primeiro, foi realizada a pesquisa mais abrangente, com a palavra-chave “hydrocolloid” para caixa de texto de Título e Resumo. A faixa de tempo da pesquisa foram os últimos 10 anos (2010-2024). O resultado foram 1308 patentes encontradas, sendo no total

841 patentes concedidas – que equivale a 64.3% do total –, sendo 213 concedidas, no modelo de 20 anos de proteção e 628 concedidas no modelo de utilidade. Ainda há 467 depositadas, que ainda não foram concedidas. Pode ser observado na figura 4.2.1-1 a evolução do número total de patentes (concedidas e depositadas) ao longo dos últimos 10 anos.

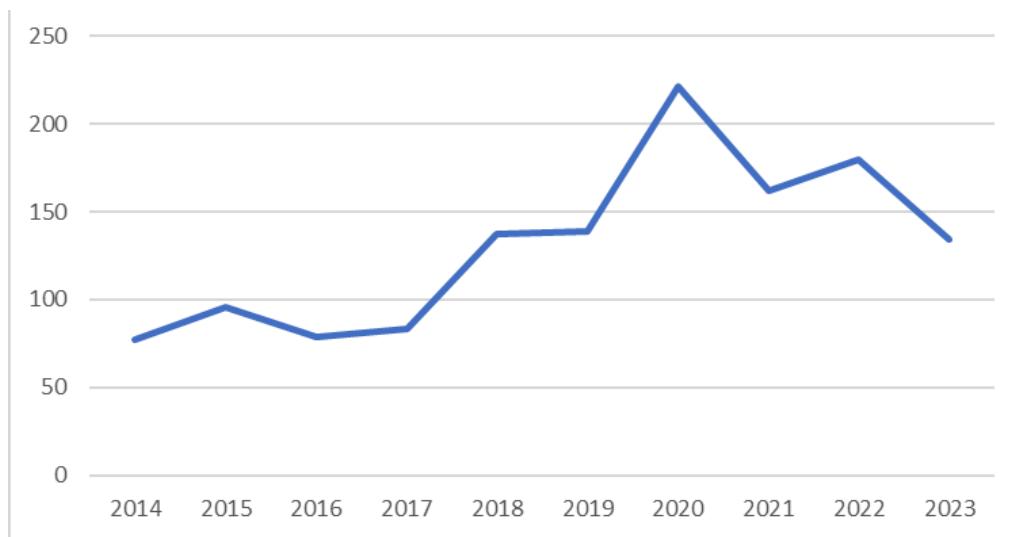


Figura 4.2.1-1: Número de patentes relacionadas a hidrocolóides publicadas no Espacenet entre 2014-2024.

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que o número é crescente de 2014 para frente, tendo seu pico de publicações em 2020. Após este ano, é possível ver um declínio no número de publicações nos últimos 3 anos, porém ainda com um número alto de publicações.

Em relação ao país de origem dos solicitantes das patentes, foi realizada a análise focando nos 20 países com maior número de documentos publicados no espaço temporal da pesquisa, que podem ser vistos na tabela 4.2.1-2. É perceptível a participação expressiva dos norte-americanos, com Estados Unidos, que fica em primeiro lugar na lista, e Canadá estando entre os 20 países com maior número de publicações de patentes, assim como dos asiáticos, dando destaque à Coreia do Sul, China e Taiwan.

Tabela 4.2.1-2: Distribuição do número de publicações de patentes no Espacenet para os 20 países com maior número de documentos publicados.

Sigla do país aplicante	País de origem dos solicitantes	Número de documentos	% com relação ao total
US	Estados Unidos	342	26.1%

KR	Coreia do Sul	145	11.1%
DK	Dinamarca	101	7.7%
NL	Países Baixos	94	7.2%
CH	Suíça	89	6.8%
GB	Reino Unido	85	6.5%
DE	Alemanha	56	4.3%
FR	França	40	3.1%
IN	Índia	31	2.4%
CA	Canadá	27	2.1%
SE	Suécia	27	2.1%
FI	Finlândia	22	1.7%
IL	Israel	17	1.3%
AU	Austrália	13	1.0%
RU	Rússia	13	1.0%
CN	China	10	0.8%
TW	Taiwan	9	0.7%
ES	Espanha	6	0.5%
JP	Japão	6	0.5%
MX	México	5	0.4%

Fonte: elaboração própria.

Com relação ao mercado e área de aplicação das inovações, os resultados obtidos também foram analisados a partir de seus grupos de Classificação Internacional de Patentes (IPC), segmentação que já vem como opção de filtro na interface do Espacenet. Com base na descrição oficial de cada grupo IPC, foi realizada uma segunda classificação para adequar o número grande de grupos em três categorias, alinhadas com os mercados, definidas:

- Farmacêutico: comprehende todo o mercado voltado para a área de saúde incluindo fármacos, aparelhos utilizados em hospitais, inovações relacionadas a materiais para curativos, métodos de entrega de ativos, dentre outros;
- Alimentos e bebidas: comprehende todo o mercado alimentício, incluindo tecnologias de novas matérias-primas, métodos de preparação com hidrocoloides, substituição de ingredientes e propriedades dos alimentos/bebidas e inclui soluções de embalagens naturais para alimentos e bebidas, feitas a partir de hidrocolóides;
- Cosméticos: comprehendendo todo o mercado de cosméticos;
- Outros: essa categoria agrupou inovações relacionadas a setores diversos, para facilitar a análise. Tecnologias de novos materiais a partir de hidrocolóide, são um exemplo.

Devido ao fato da pesquisa ser bem abrangente, foi obtido um elevado volume de dados. Foi necessário estabelecer um critério de seleção para viabilizar a análise. Optou-se por considerar apenas os 40 grupos de IPC com maior número de publicações relacionadas. Essa amostra corresponde a aproximadamente 75% do total de dados, que foi considerado um número suficientemente representativo para os objetivos desta análise. Também deve ser levado em consideração que uma mesma patente pode ter mais de um grupo IPC associado – quando a invenção é mais abrangente e tem aspectos técnicos e aplicações que se enquadram em mais de uma classificação. A tabela 4.2.1-3 mostra o resultado da correlação obtida entre os grupos IPC selecionados e a categoria considerada para análise por este trabalho.

Tabela 4.2.1-3: Correlação entre Grupos IPC obtidos e categorização entre áreas de interesse do trabalho (Farmacêutico, Alimentos e Bebidas, Cosméticos e Outros).

Grupo IPC	Título do grupo (em inglês)	Título do grupo (em português, tradução própria)	Categoria considerada
A61F13	Bandages or dressings	Curativos	Farmacêutico
	Chemical aspects of, or use of materials for, bandages, dressings or absorbent pads	Aspectos químicos de, ou uso de materiais para, bandagens, curativos ou absorventes	Farmacêutico
A23L29	Foods or foodstuffs containing additives	Alimentos ou produtos alimentícios contendo aditivos	Alimentos e Bebidas
A61F5	Orthopaedic methods or devices for non-surgical treatment of bones or joints	Métodos ou dispositivos ortopédicos para tratamento não cirúrgico de ossos ou articulações	Farmacêutico
A61M2 5	Catheters	Cateteres	Farmacêutico
A61K9	Medicinal preparations characterised by special physical form	Preparações medicinais caracterizadas por forma física especial	Farmacêutico
A61M1 6	Devices for influencing the respiratory system of patients by gas treatment, e.g. ventilators	Dispositivos para influenciar o sistema respiratório de pacientes por tratamento com gás, por exemplo, ventiladores	Farmacêutico

A61K8	Cosmetics or similar toiletry preparations	Cosméticos ou preparações de higiene pessoal semelhantes	Cosmético
A61L26	Chemical aspects of, or use of materials for, liquid bandages	Aspectos químicos de, ou uso de materiais para, curativos líquidos	Farmacêutico
A23L33	Modifying nutritive qualities of foods	Modificação das qualidades nutritivas dos alimentos	Alimentos e Bebidas
A61K4 7	Medicinal preparations characterised by the non-active ingredients used, e.g. carriers or inert additives	Preparações medicinais caracterizadas pelos ingredientes não ativos utilizados, por exemplo, veículos ou aditivos inertes	Farmacêutico
A61M5	Devices for bringing media into the body in a subcutaneous, intra-vascular or intramuscular way	Dispositivos para introduzir meios no corpo de forma subcutânea, intravascular ou intramuscular	Farmacêutico
A41D1 3	Professional, industrial or sporting protective garments, e.g. surgeons' gowns or garments protecting against blows or punches	Vestuário de proteção profissional, industrial ou desportiva, por exemplo, batas de cirurgião ou vestuário de proteção contra golpes ou socos	Outros
A61K3 1	Medicinal preparations containing organic active ingredients	Preparações medicinais contendo ingredientes ativos orgânicos	Farmacêutico
A61Q1 9	Preparations for care of the skin	Preparações para o cuidado da pele	Cosmético
A23J3	Working-up of proteins for foodstuffs	Processamento de proteínas para produtos alimentícios	Alimentos e Bebidas
A61M1	Suction or pumping devices for medical purposes	Dispositivos de sucção ou bombeamento para fins médicos	Farmacêutico
A61P17	Drugs for dermatological disorders	Medicamentos para distúrbios dermatológicos	Farmacêutico

A23L2	Non-alcoholic beverages	Bebidas não alcoólicas	Alimentos e Bebidas
A23L5	Preparation or treatment of foods or foodstuffs, in general	reparação ou tratamento de alimentos ou produtos alimentícios, em geral	Alimentos e Bebidas
A23L27	Spices	Especiarias	Alimentos e Bebidas
A23G3	Sweetmeats	Doces	Alimentos e Bebidas
A61B5	Measuring for diagnostic purposes	Medição para fins de diagnóstico	Farmacêutico
A23P30	Shaping or working of foodstuffs characterised by the process or apparatus	Modelagem ou trabalho de produtos alimentícios caracterizados pelo processo ou aparelho	Alimentos e Bebidas
A23L13	Meat products	Produtos de carne	Alimentos e Bebidas
A23P10	Shaping or working of foodstuffs characterised by the products	Modelagem ou trabalho de produtos alimentícios caracterizados pelos produtos	Alimentos e Bebidas
A61B1 7	Surgical instruments, devices or methods	Instrumentos, dispositivos ou métodos cirúrgicos	Farmacêutico
A23L19	Products from fruits or vegetables	Produtos de frutas ou vegetais	Alimentos e Bebidas
A21D1 3	Finished or partly finished bakery products	Produtos de panificação acabados ou semiacabados	Alimentos e Bebidas
A23L7	Cereal-derived products	Produtos derivados de cereais	Alimentos e Bebidas
A41D2 7	Details of garments or of their making	Detalhes de vestuário ou da sua confecção	Outros
A21D2	Treatment of flour or dough by adding materials thereto before or during baking	Tratamento de farinha ou massa pela adição de materiais antes ou durante o cozimento	Alimentos e Bebidas

C08L5	Compositions of polysaccharides or of their derivatives not provided for in group	composições de polissacarídeos ou de seus derivados não previstas no grupo	Outros
A23C9	Milk preparations	Preparações de leite	Alimentos e Bebidas
A41D3 1	Materials specially adapted for outerwear	Materiais especialmente adaptados para vestuário exterior	Outros
A61J15	Feeding-tubes for therapeutic purposes	Sondas de alimentação para fins terapêuticos	Farmacêutico
A61K3 5	Medicinal preparations containing materials or reaction products thereof with undetermined constitution	Preparações medicinais contendo materiais ou produtos de reação dos mesmos com constituição indeterminada	Farmacêutico
A61K3 6	Medicinal preparations of undetermined constitution containing material from algae, lichens, fungi or plants, or derivatives thereof, e.g. traditional herbal medicines	Preparações medicinais de constituição indeterminada contendo material de algas, líquenes, fungos ou plantas, ou seus derivados, por exemplo, medicamentos fitoterápicos tradicionais	Farmacêutico
A61M3 5	Devices for applying media, e.g. remedies, on the human body	Dispositivos para aplicar meios, por exemplo, remédios, no corpo humano	Farmacêutico
B01J13	Colloid chemistry, e.g. the production of colloidal materials or their solutions, not otherwise provided for	Química coloidal, por exemplo, a produção de materiais coloidais ou suas soluções, não prevista em outro local	Outros

O resultado da distribuição pode ser observado na figura 4.2.1-2, no qual o setor Farmacêutico tem grande dominância, totalizando 63% das publicações analisadas para esta pesquisa. Em seguida, o setor de Alimentos e Bebidas aparece com 26%, sendo ainda uma

quantidade expressiva. As classificações Cosméticos e Outros tem participação pequena, frente às outras.

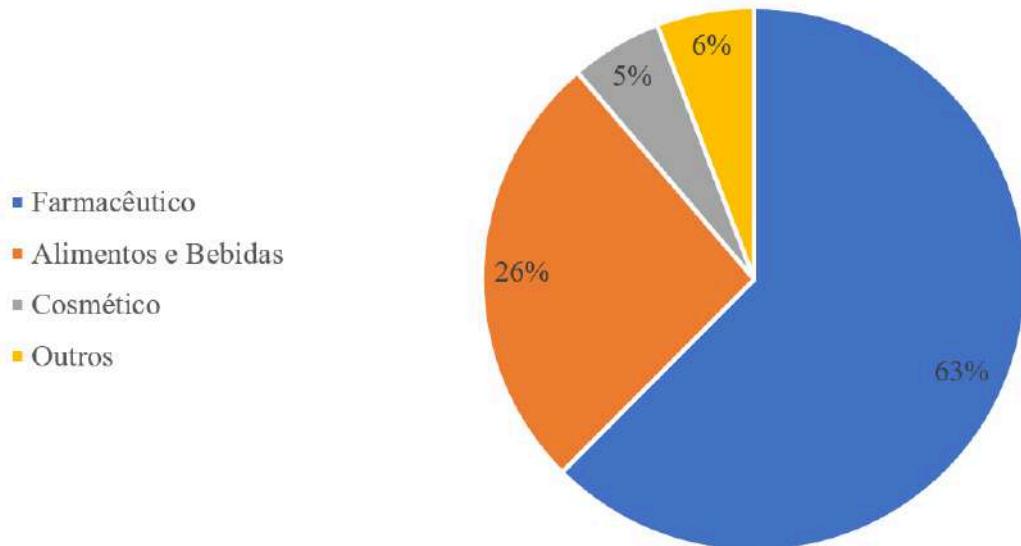


Figura 4.2.1-2: Distribuição de patentes de hidrocolóides por categorias definidas, considerando a classificação dos 40 grupos IPC de maior relevância.

Fonte: elaboração própria.

Fazendo uma análise similar, porém subdividindo as patentes obtidas em mais um nível, entre Concedidas e Depositadas, é possível fazer a análise com um olhar temporal. Como foi definido na metodologia deste trabalho, as patentes concedidas são consideradas tendências em curto prazo, uma vez que são as inovações que estão mais próximas de serem utilizadas. Enquanto as patentes depositadas ainda precisam de comprovações e uma série de aprovações para que possam ser concedidas e utilizadas.

Nesse sentido, é possível comparar as Figuras 4.2.1-3 e 4.2.1-4 e observar que há uma pequena mudança no médio-prazo. Nas patentes já concedidas, a área de farmacêuticos é claramente dominante, estando relacionada à 74% dos trabalhos analisados. Porém, o cenário muda um pouco com relação a patentes depositadas, em que é possível ver um crescimento iminente tanto para a área de Alimentos e Bebidas, com um salto de 11% para 33%, quanto para a área de Cosméticos.

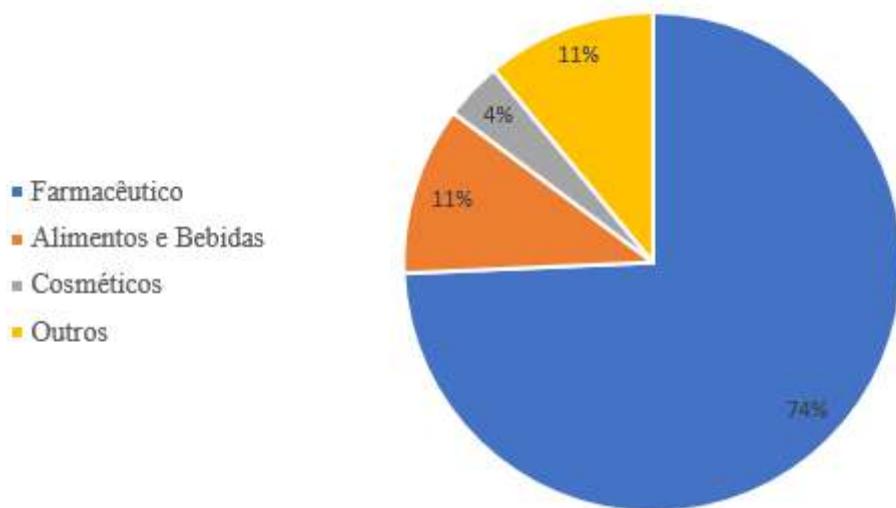


Figura 4.2.1-3: Distribuição de patentes de hidrocolóides concedidas por categorias definidas.

Fonte: elaboração própria.

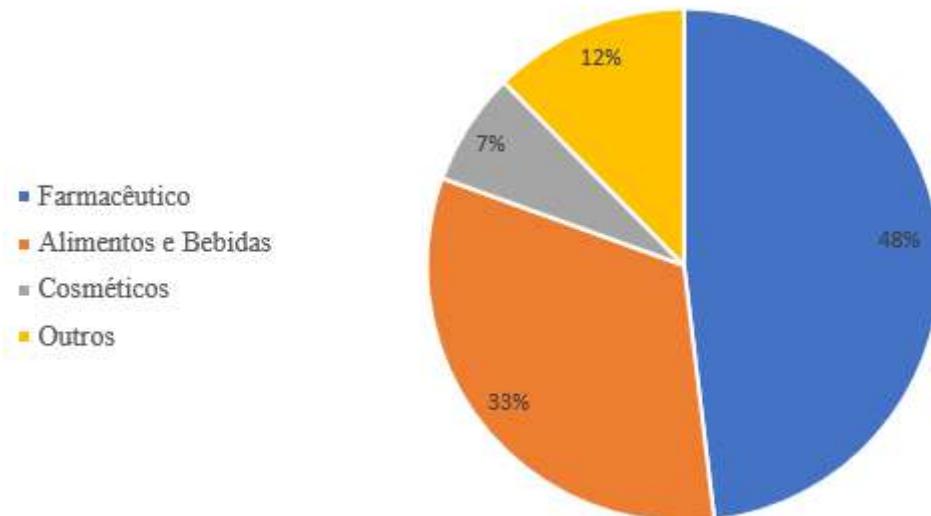


Figura 4.2.1-4: Distribuição de patentes de hidrocolóides depositadas por categorias definidas.

Fonte: elaboração própria.

Por fim, também foram analisados ao longo da discussão os principais atores que aparecem como depositantes das patentes obtidas. No setor farmacêutico, são observadas muitas universidades liderando as inovações, principalmente as de origem asiática. Também são observadas algumas empresas do setor que aparecem como depositantes de um número

expressivo de publicações analisadas, como Nestlé, empresa grande no setor de alimentos, bebidas e nutrição; Unilever, multinacional que atua tanto no segmento de alimentos e bebidas, quanto em produtos de limpeza e cuidados pessoais; DuPont, que atua em diversos setores, incluindo química, biotecnologia e materiais avançados; BASF e Cargill, que atuam em setores como o mercado de produtos químicos, nutrição e soluções agrícolas.

A segunda análise realizada foi a partir da pesquisa mais direcionada ao foco do presente trabalho, na qual as palavras-chave utilizadas foram “natural” e “hydrocolloid” para a caixa de texto de Título e Resumo. A faixa de tempo da pesquisa se mantém como nos últimos 10 anos (2010-2024). O resultado para esta pesquisa foi consideravelmente menor, sendo somente 34 patentes encontradas como resultado, sendo no total 13 patentes concedidas – que equivale a 38.2% do total –, sendo 9 concedidas, no modelo de 20 anos de proteção e 4 concedidas no modelo de utilidade. Ainda há 21 depositadas, que são maioria, e ainda não foram concedidas.

Pode ser observado na figura 4.2.1-5 a evolução do número total de patentes (concedidas e depositadas) ao longo dos últimos 10 anos. Nesta análise, não é observada uma tendência clara com relação ao número de trabalhos publicados para hidrocolóides naturais, especificamente. Como o número é mais baixo, qualquer publicação a mais em um ano tem um impacto percentual alto, o que pode dificultar a análise.

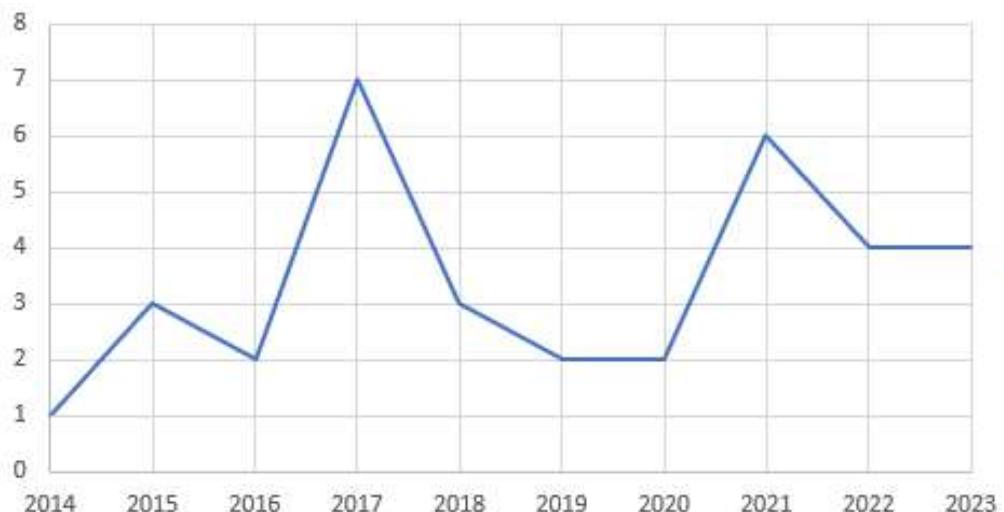


Figura 4.2.1-5: Número de patentes sobre hidrocolóides naturais publicadas no Espacenet entre 2014-2024.

Fonte: elaboração própria.

A relação entre o número de publicações e país de origem dos solicitantes das patentes pode ser observada na tabela 4.2.1-4. Em comparativo com a primeira análise, é visível a diferença entre os atores observados. Ainda existe grande participação dos norte-americanos e asiáticos, mas a Suíça, por exemplo, desonta em primeiro lugar, com um percentual expressivo de participação nas publicações, trazendo relevância para o continente Europeu. Adicionalmente, outros países, que na busca anterior não apareceram na busca, surgem na análise como Índia, Itália, Chile e Bulgária. Nota-se, também, o compartilhamento de invenções por mais de um país, são desenvolvimentos em colaboração internacional, onde inventores de mais de um país trabalham juntos no desenvolvimento da tecnologia.

Tabela 4.2.1-4: Distribuição do número de publicações de patentes no Espacenet para hidrocolóides naturais por país depositante.

Sigla do país aplicante	País de origem dos solicitantes	Número de documentos	% com relação ao total
CH	Suíça	16	32%
KR	Coreia do Sul	6	12%
CA	Canadá	5	10%
IN	Índia	5	10%
DE	Alemanha	4	8%
IL	Israel	3	6%
GB	Reino Unido	2	4%
RU	Rússia	2	4%
US	Estados Unidos	2	4%
BG	Bulgária	1	2%
CL	Chile	1	2%
DK	Dinamarca	1	2%
IT	Itália	1	2%
NL	Países Baixos	1	2%

Fonte: elaboração própria.

Com relação ao mercado e área de aplicação das inovações, os resultados da pesquisa sobre hidrocolóides naturais foram analisados da mesma forma que foi feita para o primeiro estudo, com a divisão das categorias entre Alimentos e Bebidas, Cosméticos, Farmacêutico e Outros. A diferença agora é que todos os resultados foram analisados, já que o número de dados obtido foi bem menor, para garantir a representatividade.

O resultado da distribuição pode ser observado na figura 4.2.1-6. Observa-se que, diferente da pesquisa abrangente sobre hidrocolóides, quando restringimos para hidrocolóides naturais os setores têm maior equilíbrio na distribuição.

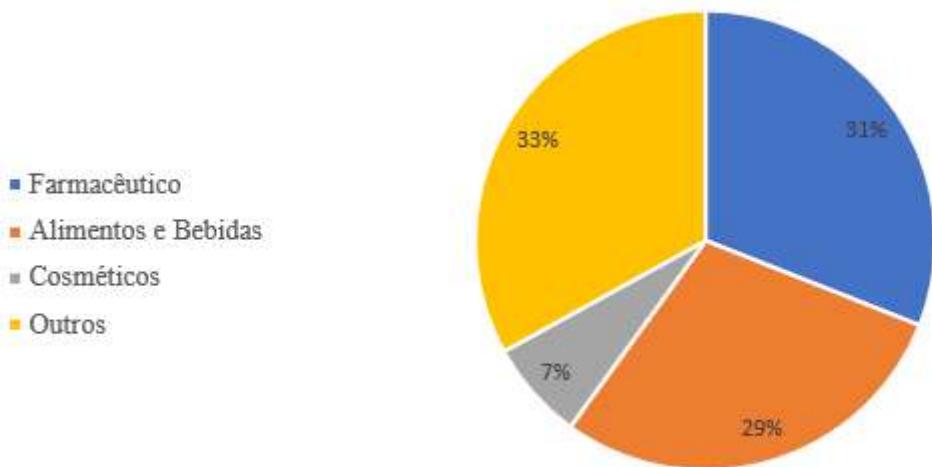


Figura 4.2.1-6: Distribuição de patentes por categorias definidas pelos grupos IPC para hidrocolóides naturais.

Fonte: elaboração própria.

Com relação a subdivisão entre patentes Concedidas e Depositadas, para maior visibilidade com relação ao espaço temporal, foi observado que para as patentes já concedidas, em ambas as modalidades, praticamente todos os trabalhos são focados na área de saúde e é possível ver também alguns trabalhos na categoria de outros, como inovações em materiais, como os específicos para impressão 3D, também na modificação de produtos existentes, que hoje tem materiais sintéticos em sua composição.

Na figura 4.2.1-7, é possível ver a distribuição de patentes depositadas, que traz outra perspectiva para o médio-prazo. Há, assim como na análise feita anteriormente a partir da Figura 4.2.1-5, uma maior distribuição entre as áreas de aplicação. O que aponta, comparando com o curto prazo, que há uma tendência de investimento nas áreas de Cosméticos e Alimentos e Bebidas.

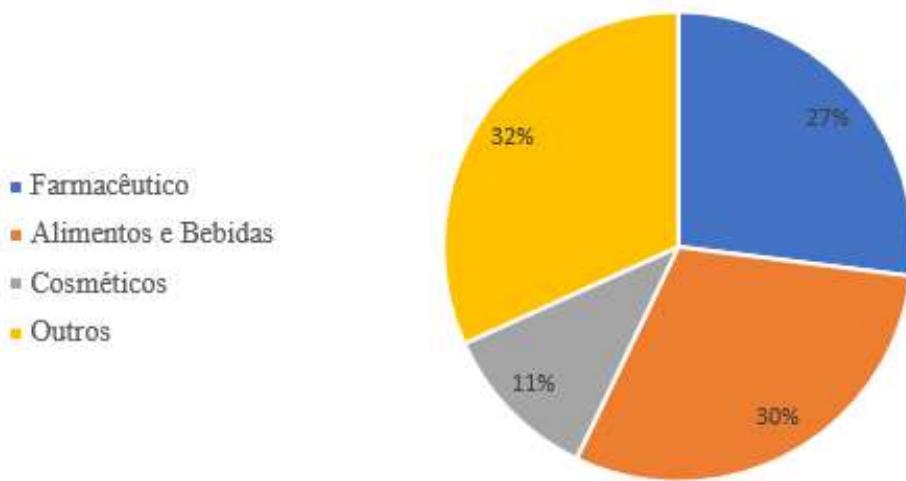


Figura 4.2.1-7: Distribuição de patentes depositadas por categorias definidas pelos grupos IPC para hidrocolóides naturais.

Fonte: elaboração própria.

4.2.2. Etapa prospectiva – Base de dados de artigos

Para a segunda parte da etapa prospectiva, foram realizadas as análises a partir das pesquisas descritas na metodologia. Na tabela 4.2.2-1 estão os resultados para cada uma das buscas realizadas.

Tabela 4.2.1.1 – Resultados obtidos nas pesquisas na base de dados Scopus.

Palavras-chave	Operador Booleano	Caixa de Busca	Número de artigos obtido	Faixa de tempo
Hydrocolloid; Natural	“AND”	Título; Resumo; Palavras-chave	338	2015-2024
Hydrocolloid	-	Título	880	2015-2024
Gum; Natural	“AND”	Título	286	2015-2024
Modified; Gum	“AND”	Título	326	2015-2024

Fonte: elaboração própria.

Como feito na base Espacenet, na base Scopus, primeiro foi realizada a pesquisa mais abrangente, com a palavras-chave “Hydrocolloids” no título dos trabalhos. Foi observado que ao pesquisar somente hidrocolóides a pesquisa foi tão ampla a ponto de não fazer sentido para a análise, por compreender muitos temas fora do objetivo do presente trabalho, que é focado em soluções de hidrocolóides naturais.

Foi realizada então a segunda pesquisa, utilizando as palavras-chave “hydrocolloid” e “natural” para a caixa de texto de Título, Resumo e Palavras-chave. A faixa de tempo da pesquisa foram os últimos 10 anos (2015-2024). O resultado foram 338 Artigos, sendo destes, 93.8% artigos de periódicos e apenas 6.2% de artigos de conferência. Também foi observado que a maioria dos artigos contém as palavras “gum” nos campos de título ou resumo. Então o foco da análise foi na pesquisa mais abrangente, que eventualmente engloba grande parte das pesquisas subsequentes na tabela.

Os dados mostram uma tendência crescente no número de documentos publicados ao longo dos anos. Observa-se na figura 4.2.2-1 a ascensão ao longo dos anos, indicando um aumento significativo na produção acadêmica e científica. O número de publicações, que até 2016 variava próximo a 15 trabalhos publicados por ano, saltou para mais de 50 trabalhos publicados no ano de 2024. Este crescimento pode refletir o interesse e investimento em inovações tecnológicas na área de hidrocolóides naturais, em uma perspectiva de longo prazo, o que se interliga com o que foi observado nos relatórios setoriais, relatados na parte pré-prospectiva deste trabalho.

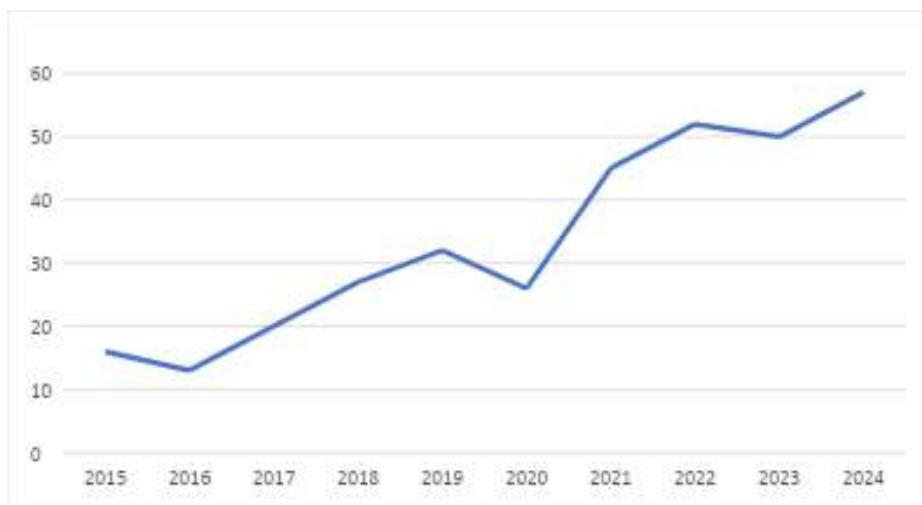


Figura 4.2.2-1: Número de artigos sobre hidrocolóides naturais publicadas no Scopus entre 2015-2024.

Fonte: Scopus (2025).

A distribuição geográfica dos artigos é interessante quando comparada à de patentes. Na Figura 4.2.2-2 observa-se que a China aparece como líder no ranking entre os 15 países com mais publicações de artigos relacionados ao assunto de hidrocolóides naturais. Em seguida, Índia e Irã também têm uma participação significativa na produção científica, com mais de 30 artigos publicados cada. O Brasil agora aparece no ranking, como 5º colocado, com 21 publicações, mostrando a posição do país na realização de estudos científicos e publicação de artigos.

Para entender a relevância destas publicações, especificamente na produção científica nacional, foram analisadas as revistas científicas ou periódicos em que estes artigos foram publicados. A análise foi feita com base no sistema Qualis Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), o qual classifica a qualidade dos periódicos científicos onde a produção científica de programas de pós-graduação brasileiros é divulgada. Nessa classificação, revistas com conceito A1 e A2 são os de periódicos considerados como de excelência internacional, com alto impacto e visibilidade, bem avaliados. Os periódicos de conceito B1 são os considerados relevantes no cenário nacional. B2 também é considerado excelência nacional, porém com menos prestígio do que o B1. B3/45 já são revistas com menor relevância e, por último, conceito C é quando há baixa relevância. Dos 21 artigos brasileiros:

- 4 artigos foram publicados na revista científica “Food Hydrocolloids”(ISSN 0268-005X). Esta revista é uma publicação da Elsevier e é consistentemente classificada pela CAPES como A, ou seja, de grande relevância;
- 2 artigos foram publicados na revista científica “Molecules” (ISSN 1420-3049) que pela CAPES, possui classificação A2 para a maioria das áreas analisadas, sendo uma revista conceituada internacionalmente;
- 2 artigos foram publicados na revista científica “International Journal of High Dilution Research” (ISSN:1982-6206), com conceito B3/B4 dependendo da área, o que indica ser uma revista de menor relevância;
- Outros artigos analisados foram publicados nas revistas “International Journal of Biological Macromolecules”, com conceito A2/B1; Revista “Polymers” de conceito A1/B1, “International Journal of Gastronomy and Food Science”, conceituada consistentemente como A1, assim como o “British Food Journal”.

Assim, considera-se que a publicação nacional é, em sua maioria, realizada em revistas conceituadas e com prestígio nacional e internacional.

Para o cenário brasileiro, o destaque é para a indústria de alimentos e bebidas. Dos 21 artigos nacionais, 57% destes são voltados para tecnologias na área de alimentos. Os assuntos variam entre novos hidrocolóides aplicados para a indústria alimentícia e também destaca-se a aplicação de hidrocolóides naturais como base para tecnologias inovadoras de embalagem naturais para frutas, legumes e outros alimentos frescos. Além desta área, também são vistas inovações de processos para extração e estabilização de materiais hidrocolóides. Por fim, um dos artigos é focado na agroindústria, com participação ainda pequena nos estudos brasileiros.

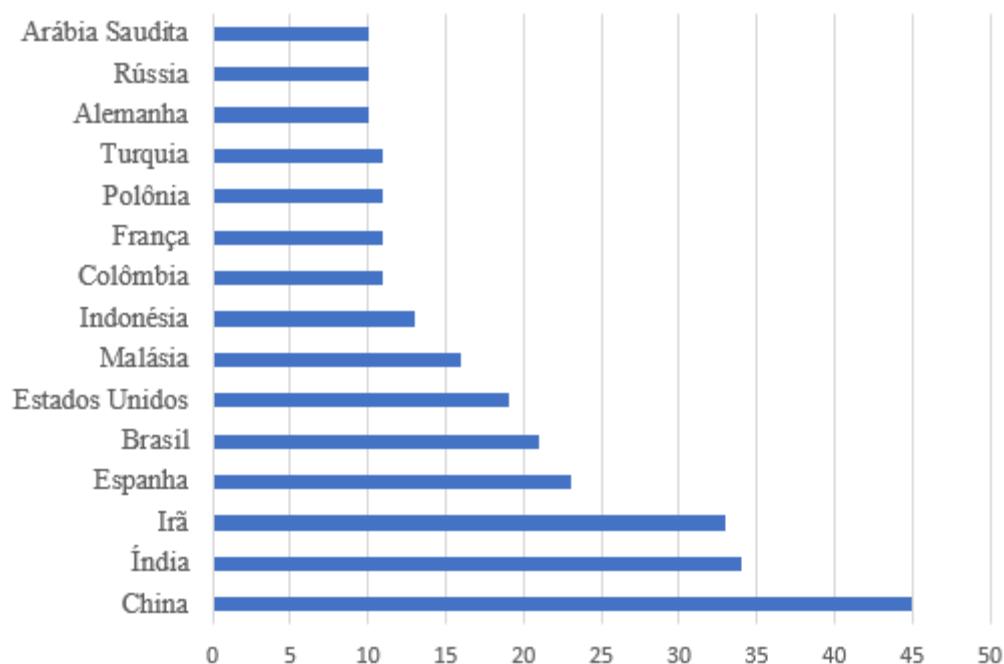


Figura 4.2.2-2: Distribuição do número de artigos publicados no Scopus para hidrocolóides naturais por país (Top 15 países).

Fonte: Scopus (2025).

A pesquisa realizada na base de dados Scopus gera diversos gráficos para que o pesquisador faça análises, permitindo uma boa visualização dos dados gerados. Um dos gráficos gerados é o "Document by Subject Area", em tradução livre para o português "Documentos por área", que categoriza os artigos de acordo com algumas áreas temáticas definidas pelo Scopus. Neste gráfico, observado na Figura 4.2.2-3, os artigos podem se encaixar em uma ou mais categorias, então o número total, soma das categorias, é superior ao número total de artigos, por exemplo.

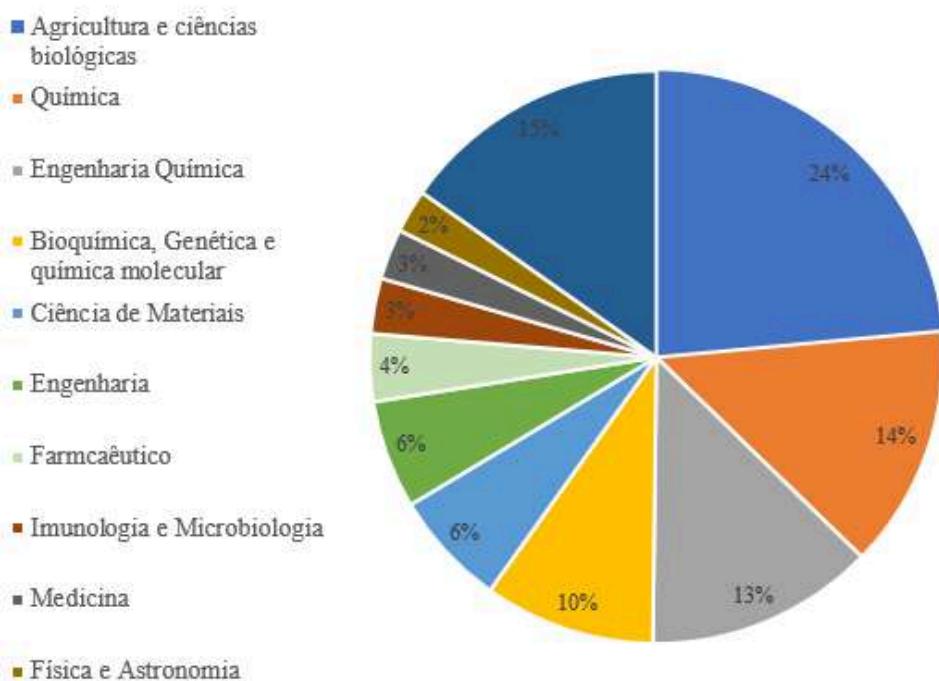


Figura 4.2.2-3: Distribuição do número de artigos no Scopus por área, segundo a base Scopus.

Fonte: Elaboração própria.

No entanto, no presente trabalho, essa classificação não foi utilizada como base para análise. As categorias geradas pelo Scopus foram consideradas muito amplas e não trouxeram *Insights* suficientemente interessantes para o objetivo do trabalho. Para atender aos objetivos específicos do presente estudo, foi realizada uma classificação manual dos 338 artigos encontrados. Os artigos foram categorizados de forma similar ao que foi realizado com as patentes, dentro das seguintes áreas: Alimentos e Bebidas, Farmacêutico, Nova Matéria, Processo, Outros, Agro, Energia e Cosmético. Esta abordagem permitiu uma análise mais precisa e relevante para o objeto de estudo.

Para as áreas de Alimentos e Bebidas, Farmacêutico e Cosméticos, as definições se aplicam conforme o capítulo 4.2.1. As novas categorias ficam definidas da seguinte forma:

- Nova matéria: artigos em que o foco é identificar novas matérias primas para a extração ou produção de hidrocolóides, incluindo avaliação de propriedades reológicas, aplicações e inovações. Também inclui artigos que avaliam sinergia entre hidrocolóides naturais e avaliação de propriedades das combinações.

- Processo: a categoria compreende artigos em que a inovação é relacionada à otimização de processos para diversas áreas, incluindo métodos de extração, produção e modificação de hidrocolóides naturais.
- Agro: para trabalhos em que a aplicação é o setor agroindustrial.
- Energia: a categoria compreende estudos que tem como foco de aplicação o setor de energia, principalmente o mercado de óleo e gás.
- Outros: essa categoria agrupou inovações relacionadas a hidrocolóides naturais que podem afetar diversos setores. Também categoriza artigos voltados a outros setores, como engenharia de materiais para facilitar a análise. Novos materiais a partir de hidrocolóides, como bioadesivos e biofilmes, são um exemplo.

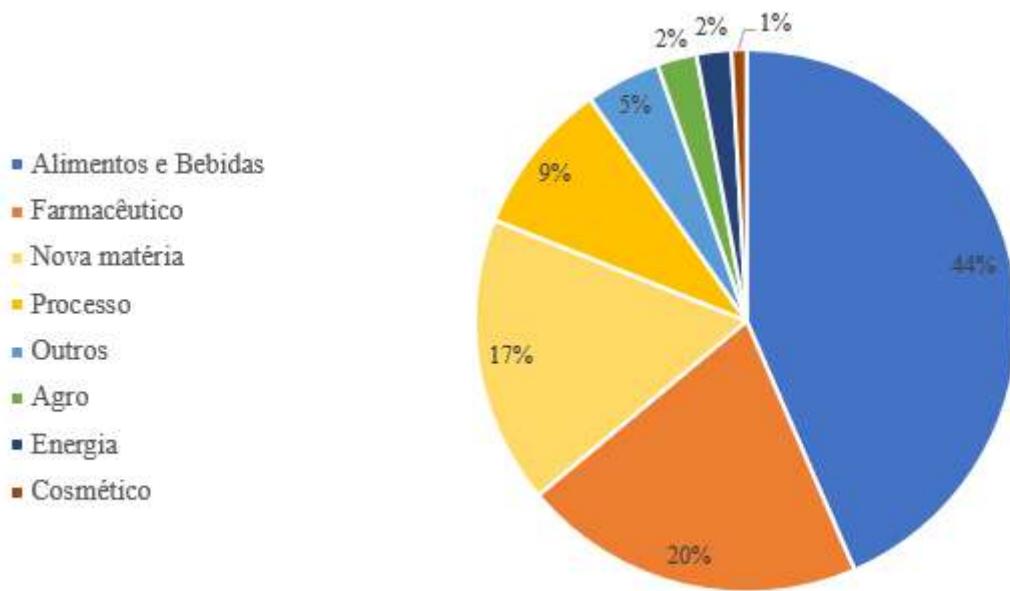


Figura 4.2.2-4: Distribuição do número de artigos publicados no Scopus por área de aplicação.

Fonte: Elaboração própria.

Percebe-se que na ótica de longo prazo – que são, para este trabalho, as inovações presentes em artigos científicos – as aplicações para o mercado de Alimentos e Bebidas são predominantes, estando relacionadas a 44% das publicações. Dentro dos artigos desta categoria, podemos destacar um grande número de soluções para emulsificantes e gelificantes de alimentos, foco em hidrocolóides como soluções de substituição de glúten e lactose em comidas específicas para pessoas com intolerância, embalagens naturais para frutas e

alimentos sensíveis, dentre outros. Um exemplo é o trabalho de Silva et. Al (2022), que explora o desenvolvimento de um filme hidrocolóide com ação antibacteriana para ser utilizada como embalagem de frutas, feito a partir de nanopartículas bimetálicas de Cu/Zn, junto com uma mistura de Quitosana e Pectina (hidrocolóides). O trabalho avaliou a solução como uma alternativa sustentável e funcional a embalagens, hoje plásticas, de frutas e legumes.

Ainda com relação a alimentos, um tema que aparece dentre os artigos pesquisados é o estudo da sinergia entre hidrocolóides naturais já existentes, para melhoria de propriedades reológicas de alguns produtos industrializados. Segundo o trabalho apresentado por Lim et al. (2023), o efeito sinérgico da goma xantana, carboximetilcelulose e ácido cítrico melhora a estabilidade de alguns corantes naturais em bebidas, melhorando o tempo de armazenamento. Este tipo de inovação está de acordo com as expectativas de mercado, como visto anteriormente nos relatórios setoriais, trazendo soluções para a busca aumentada por produtos totalmente naturais.

Em seguida, o setor de saúde, chamado de Farmacêutico, também aparece com participação relevante em 20% dos artigos pesquisados. Destes, grande parte dos artigos são relacionados a tecnologias para liberação controlada de medicamentos, nos quais os hidrocolóides servem como veículo de ingredientes ativos. Outro assunto em alta dentre as produções científicas analisadas é a utilização de hidrocolóides naturais na parte interna de curativos, com ativos para curar feridas e com propriedades funcionais, como ação antibacteriana. Estes curativos servem como substitutos mais sustentáveis e funcionais comparados aos clássicos como *Band-aids* e esparadrapos. Por outro lado, muitos destes artigos ainda mencionam o uso de hidrocolóides sintéticos na parte externa dos curativos, o que pode ser um ponto de desenvolvimento que ainda será necessário para chegar a soluções 100% naturais.

As categorias subsequentes são “Nova matéria”, com 17%, e “Processo”, com 9% dos trabalhos. Para a primeira, os artigos exploram tanto novos hidrocolóides naturais, em sua maioria extraídos de sementes e extratos de algas. O trabalho realizado por Marsiglia-Fuentes et al. (2022), por exemplo, relata a descoberta de hidrocolóides obtidos a partir da semente, polpa e casca da manga. Os resultados mostram que os extratos, em diferentes pHs, tem propriedades funcionais relevantes e podem se tornar uma aplicação alternativa na indústria.

Já com relação aos processos, vários artigos apresentam novas tecnologias para extração, sintetização e isolamento de hidrocolóides naturais e modificados, assim como estudos relacionados à degradação deles. Um dos trabalhos relata melhorias no processo de

extração do Ágar a partir de uma alga, por exemplo. De acordo com Deepika et al. (2024), a extração de ágar a partir da alga *Hypnea pannosa* foi otimizada utilizando diferentes técnicas de extração, como assistida por micro-ondas e ultrassom. O ágar é um exemplo de hidrocolóide de aplicação nos diversos setores da indústria.

O setor de cosméticos foi o menos representativo dentre a pesquisa realizada, aparecendo relacionado especificamente à apenas 1% dos artigos pesquisados. Quando feita a análise de forma comparativa com a pesquisa realizada na base de patentes, observa-se uma consistência nos dados, uma vez que o setor de cosméticos também não teve tantas menções nas inovações em patentes. Vale ressaltar que a maioria dos hidrocolóides que são utilizados para alimentos e na indústria farmacêutica também podem ser utilizados para a indústria de cosméticos. Pode ser o caso de que a inovação seja impulsionada por estes outros setores, mas seu impacto também pode chegar à indústria de cosméticos, conforme a utilização destes “novos ingredientes” vão sendo difundidas.

Por fim, a categoria “Outros” representa apenas 5% dos estudos realizados, sendo a soma de algumas categorias distintas. Nesta parte da pesquisa, observou-se que as áreas com menor quantidade de artigos relacionados são aquelas em que o consumidor final não usa diretamente os produtos – sejam eles alimentos, remédios – e, muitas vezes, provavelmente não percebe o impacto desses produtos em seu cotidiano. Essas áreas incluem o setor de energia, com algumas tecnologias relacionadas à óleo e gás, materiais alternativos e construção civil, por exemplo. A falta interação direta com os produtos e a noção de sustentabilidade com relação aos mesmos pode explicar a menor produção acadêmica, uma vez que o interesse comercial, das indústrias de consumíveis como alimentos e fármacos, e a percepção do impacto do consumidor são fatores que influenciam o investimento e a realização de produções científicas.

Ainda assim, dentre estes artigos estão estudos relevantes para a indústria, como Hall et al. (2017), que explora propriedades reológicas, térmicas e hidráulicas de um fluido de perfuração a base de água e fibras de celulose. Produzido a partir de madeira e modificadas, as fibras de celulose compõem um fluido de perfuração de propriedades similares aos comerciais, que serve como alternativa sustentável, menos tóxica e com alta performance, quando comparada a soluções já existentes.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou avaliar a inovação tecnológica e tendências das indústrias relacionadas à utilização de hidrocolóides, sendo estes naturais ou sintéticos, a partir da avaliação de relatórios setoriais, buscas de patentes e publicações científicas, assim como identificar que são os principais atores envolvidos na cadeia de produção, tanto tecnológica quanto industrial, desse setor. O mercado global de hidrocolóides, segundo todo o referencial teórico estudado, está em crescimento há alguns anos e seguirá crescendo nos próximos anos. Essa tendência pode ser associada ao crescente número de trabalhos publicados sobre o assunto, observado principalmente na análise de artigos, mas também na base de dados de patentes, realizadas neste trabalho.

Estima-se, a partir das inovações estudadas, que a tendência de mercado para o curto-médio prazo, ou seja, baseado na análise de patentes e do próprio mercado, é um destaque para o setor farmacêutico e área de saúde, que na pesquisa representaram 74% das patentes concedidas na pesquisa voltada para hidrocolóides, de forma mais abrangente. Desde a utilização de hidrocolóides para a confecção de curativos com princípios ativos e características antimicrobianas até o uso de géis de origem natural para otimizar a entrega controlada de fármacos, em cápsulas ou outros formatos de medicamento.

No médio prazo, as invenções relacionadas ao setor de mercado e bebidas também tem certo destaque, principalmente com relação à substituição de hidrocolóides sintéticos por naturais, em sua maioria baseados em extratos de sementes, que podem ser subproduto e inseridas em um contexto de sustentabilidade, e de algas.

Há uma tendência que não é tão expressiva, mas com grande potencial para crescimento no cenário mundial, no setor de cosméticos: observa-se um aumento no número de produções de patentes depositadas, ou seja, que ainda estão em processo de desenvolvimento e aprovação, quando comparado com o número de patentes já concedidas. Esta diferença revela um interesse crescente em inovações nesse setor, ainda que pequeno em comparação ao mercado para alimentos e produtos farmacêuticos.

No cenário de longo prazo, a análise dos artigos da base Scopus conclui que a área de alimentos e bebidas é a mais relevante na utilização de hidrocolóides naturais como objeto de estudo. Ainda, também foi observado um número significativo de estudos relacionados à área farmacêutica, assim como no estudo de patentes, indicando que é uma área com horizonte de desenvolvimento também para o longo prazo. A partir desta pesquisa, também é observada a tendência de surgimento de novas fontes de hidrocolóides, com diversos estudos sobre seus

métodos de obtenção, propriedades físicas e reológicas e opções para utilização, assim como o investimento em inovação em processos otimizados, tanto para a obtenção de hidrocolóides naturais, quanto processos que promovem a sinergia entre mais de um tipo de hidrocolóide, resultando em melhoria em algumas das características desejadas.

Ainda no maior espaço temporal, observou-se que na área de alimentos, as pesquisas estão fortemente focadas em agentes emulsificantes e estabilizantes naturais, substituindo os sintéticos – o que colabora com as reflexões iniciais do presente trabalho, sobre a crescente demanda da sociedade atual por produtos mais saudáveis e cada vez com menos ingredientes sintéticos, chamados de “processados”.

Fora as tendências claramente desenhadas a partir dos dados, algumas observações quanto às inovações focadas nos últimos 3 anos (2022-2024) e em outros mercados, além dos principais mencionados, podem ser feitas:

- São estudadas uma série de opções para substituição de materiais plásticos por materiais biodegradáveis, confeccionados a partir de hidrocolóides. Exemplos de soluções publicadas dentre os estudos analisados e com aplicação prática são o estudo de Pandey et al. (2024) para uso de um filme hidrocolóide, extraído dos frutos da *Cordia myxa* para revestir um material feito de madeira, garantindo a durabilidade do material principal ; o artigo publicado por Sears et al. (2018) aborda a criação de um material base para impressão 3D baseado em hidrocolóides que pode substituir hidrogéis, sem necessidade de mecanismos complexos de polimerização.
- Há um número considerável de estudos que compreende a aplicação de hidrocolóides como ingredientes em alimentos e bebidas como elementos de corpo do alimento, para melhorar propriedades como estabilidade e viscosidade, que substituem ingredientes considerados alergênicos, como glúten e laticínios.

Finalmente, no cenário nacional, o potencial de novas aplicações tecnológicas de hidrocolóides naturais no Brasil ainda está em crescimento, apesar do país já ter um mercado para utilização desse tipo de material. Nos estudos de curto-médio prazo, como patentes, o Brasil não aparece dentre as nações com mais estudos publicados, tendo uma participação bem pouco expressiva. Já no cenário de longo prazo e na produção científica de artigos, o país tem um destaque um pouco maior, com muita participação de universidades em pesquisas tecnológicas. A área que mais se destaca dentre os estudos é o mercado de alimentos e bebidas, sendo analisados estudos que vão desde a análise de novos hidrocolóides naturais

para aplicação direta no produto final, como otimização de processos já existente e desenvolvimento de embalagens sustentáveis a partir de hidrocolóides para preservação de alimentos frescos, como frutas e legumes.

Com base nos resultados obtidos ao longo do trabalho, juntamente com a revisão bibliográfica estudada, conclui-se que o mercado de hidrocolóides naturais tem crescido e deve se manter em ascensão durante os próximos anos. As motivações para inovações na área são motivadas principalmente pela finalidade de substituir ativos sintéticos, potencialmente tóxicos ou bios cumulativos, por soluções naturais, além de buscar por materiais com propriedades físicas e reológicas de uso relevante para a indústria.

6. REFERÊNCIAS

ALTRAFINE GUMS. The Five Different Forms of Carrageenan and its Significance in Industrial Applications. Disponível em:

[https://www.altrafine.com/blog/the-five-different-forms-of-carrageenan-and-its-significance-i
n-industrial-applications/](https://www.altrafine.com/blog/the-five-different-forms-of-carrageenan-and-its-significance-in-industrial-applications/). Acesso em: 15 Jun. 2025.

ARP, Hans Peter H.; KNUTSEN, Heidi.. Could We Spare a Moment of the Spotlight for Persistent, Water-Soluble Polymers?. Environmental Science & Technology, v. 54, n. 1, p. 3-5, 7 jan. 2020. DOI: 10.1021/acs.est.9b07089. Disponível em:
<https://doi.org/10.1021/acs.est.9b07089>. Acesso em: 23 abr. 2025.

BORSCHIVER, Suzana; SILVA, Andrezza Lemos Rangel da.. Technology Roadmap: planejamento estratégico para alinhar mercado-produto-tecnologia.. Rio de Janeiro: Interciênciac Ltda, 2016. 110 p.

Burey P, Bhandari BR, Howes T, Gidley MJ. Hydrocolloid gel particles: formation, characterization, and application. Crit Rev Food Sci Nutr. 2008 May;48(5):361-77. doi: 10.1080/10408390701347801. PMID: 18464027.

CAI, Yang et al.. Utilizing alternative in vivo animal models for food safety and toxicity: A focus on thermal process contaminant acrylamide.. Food Chemistry, v. 465, parte 2, 2025. ISSN 0308-8146. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142135>. Acesso em: 23 abr. 2025.

CAMACHO, M. M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; CHIRALT, A.. Rheological characterization of experimental dairy creams formulated with locust bean gum and

λ -carrageenan combinations.. International Dairy Journal, [S.l.], v. 15, n. 3, p. 243–248, 2005. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694604001694>. Acesso em: 18 jun. 2025.

CAMPOS, Natália Alves; LIVIZ, Cleber do Amaral Mafessoni; SORA, Gisele Teixeira de Souza; PAULA, Ladyslene Chrystyns de; POLESI, Luís Fernando; OLIVEIRA-FOLADOR, Gabrieli. **Pectina: uma abordagem teórica sobre os métodos de extração.** Brazilian Journal of Food Research, Campo Mourão, v. 13, n. 2, p. 31-50, abr./jun. 2022.

DEEPIKA, B. et al.. **Green extraction of agar from Hypnea pannosa seaweed: A comparative study of different techniques and optimization using response surface methodology..** Algal Research, v. 84, p. 103790, 2024. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2589014X22000913>. Acesso em: 15 jun. 2025.

DICKINSON, Eric.. **Hydrocolloids acting as emulsifying agents – How do they do it?.** Food Hydrocolloids, v. 78, p. 2-14, 2018. ISSN 0268-005X. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.01.025. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X17301200>. Acesso em: 23 abr. 2025.

ESPACENET.. **Ajuda: Operadores Booleanos..** [S. l.], [20--?]. Disponível em:
https://lp.espacenet.com/help?locale=pt_LP&method=handleHelpTopic&topic=booleans. Acesso em: 21 jun. 2025.

FERREIRA, Diana Mafalda Oliveira. **Extração de ágar de algas vermelhas do género Gracilaria.** 2015. Dissertação (Mestrado) - Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Disponível em:
<https://comum.rcaap.pt/entities/publication/2f4c7055-b4f2-496f-8ce0-eeb363137a6d>. Acesso em: 2 jul. 2025.

FORTUNE BUSINESS INSIGHTS.. **Hydrocolloids Market Size, Share & Covid-19 Impact Analysis, By Type (Xanthan Gum, Carrageenan, Guar Gum, Gelatin, and Others), Source (Microbial, Animal, Seaweed, and Others), Application (Food & Beverages, Pharmaceuticals, and Cosmetics & Personal Care), and Regional Forecast, 2020-2032..** [S. l.]: Fortune Business Insights, 2025. Disponível em:

<https://www.fortunebusinessinsights.com/pt/industry-reports/hydrocolloids-market-100552>. Acesso em: 23 abr. 2025.

GARCIA-CRUZ, Crispin Humberto; FOGETTI, Ulisses; SILVA, Adriana Navarro da. **Alginato bacteriano: aspectos tecnológicos, características e produção.** Química Nova, v. 31, n. 7, p. 1860-1866, 2008. DOI: 10.1590/S0100-40422008000700035.

GAO, Y.; LIU, R.; LIANG, H. **Food Hydrocolloids: Structure, Properties, and Applications.** Foods 2024, 13, 1077. <https://doi.org/10.3390/foods13071077>

GLIKSMAN, M. **Gum Technology in the Food Industry.** London: Academic Press, 1969. 590 p.

HALL, Lee J. et al.. **Nanocellulose and Its Derivatives for High-Performance Water-Based Fluids..** In: SPE INTERNATIONAL CONFERENCE ON OILFIELD CHEMISTRY, 2017, Montgomery, Texas, USA. Anais eletrônicos [...]. [S. l.]: SPE, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.2118/184576-MS>. Acesso em: 15 jun. 2025.

HUPPERTSBERG, Sven et al.. **Making waves: Water-soluble polymers in the aquatic environment: An overlooked class of synthetic polymers?.** Water Research, v. 181, 2020. ISSN 0043-1354. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115931>. Acesso em: 23 abr. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI).. **Espacenet: Módulo 3 - Tutorial de busca..** [S. l.]: INPI, out. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/uso-estrategico-da-pi/estudos-e-informacao-tecnologica/Espace net_Mdulo3_Tutorialdebusca_INPI_out2022.pdf. Acesso em: 10 maio 2025.

JAYAKODY, Mayushi Malshika; KAUSHANI, Kotuwegoda Guruge; VANNIARACHCHY, Mihiri Priyanwadha Gunathilake; WIJESEKARA, Isuru. **Hydrocolloid and water soluble polymers used in the food industry and their functional properties: a review.** Polymer Bulletin, v. 80, p. 3585-3610, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00289-022-04264-5>.

KINGS RESEARCH.. **Mercado de Hidrocolóides: Tamanho, Participação e Análise de Impacto da Covid-19, por Tipo (Gelatina, Goma Xantana, Carragenina, Alginatos, Pectina, Goma Guar, Goma Arábica, Outros), Aplicação (Alimentos e Bebidas, Indústria Farmacêutica, Cuidados Pessoais e Cosméticos, Outros), Função (Espessamento, Gelificação, Estabilização, Outros) e Previsão Regional, 2024-2031..** [S.

l.]: Kings Research, 2024. Disponível em:

<https://www.fortunebusinessinsights.com/pt/industry-reports/hydrocolloids-market-100552>.

Acesso em: 23 abr. 2025.

KYERE-YEBOAH, Kwasi; QIAO, Xiu-chen.. **Application of cold plasma technology for the simultaneous degradation and viscosity removal of polyacrylamide and its copolymers from contaminated wastewater.**.. Journal of Environmental Management, v. 370, 2024. ISSN 0301-4797. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.122861. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479724028470>. Acesso em: 23 abr. 2025.

LIM, Teck Wei et al.. **Synergistic enhancing effect of xanthan gum, carboxymethyl cellulose and citric acid on the stability of betacyanins in fermented red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) drink during storage.**.. Heliyon, v. 9, n. 1, p. e21025, 2023.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2589014X22000913>.

Acesso em: 15 jun. 2025.

L'OCCITANE EN PROVENCE.. **Ingredientes e Fórmulas.**.. L'Occitane en Provence, 2025.

Disponível em: <https://br.loccitane.com/pt-br/ingredientes-e-formulas.html>. Acesso em: 16 jun. 2025.

MARANI, Pedro L.; PETRI, Denise F. S. **Influência das características estruturais, DS e MS, nas propriedades de filmes poliméricos finos de HPMC preparados por spin-coating.** Anais do 12º Congresso Brasileiro de Polímeros (12º CBPol), 2013. Disponível em: <http://e-democracia.com.br/cbpol/anais/2013/pdf/6EED.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2025.

MARSIGLIA-FUENTES, R.; QUINTANA, S. E.; GARCÍA ZAPATEIRO, L. A.. **Novel Hydrocolloids Obtained from Mango (*Mangifera indica*) var. Hilaza: Chemical, Physicochemical, Techno-Functional, and Structural Characteristics.**.. Gels, v. 8, n. 6, p. 354, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2310-2861/8/6/354>. Acesso em: 15 jun. 2025.

MEZRELI, G. et al.. **A new synergistic hydrocolloid with superior rheology: Locust bean/xanthan gum binary solution powdered by different drying methods.**.. Food Hydrocolloids, [S.l.], v. 154, p. 110078, abr. 2024. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X24003527>. Acesso em: 18 jun. 2025.

MUDGIL, Deepak; BARAK, Sheweta; KHATKAR, Bhupendar Singh. **Applications—A Review.** Journal of Food Science and Technology, v. 49, n. 5, p. 530-538, out. 2011. DOI: 10.1007/s13197-011-0522-7.

NG, Jian Yao; OBUOBI, Sybil; CHUA, Mei Ling; ZHANG, Chi; HONG, Shiqi; KUMAR, Yogesh; GOKHALE, Rajeev; EE, Pui Lai Rachel. **Biomimicry of microbial polysaccharide hydrogels for tissue engineering and regenerative medicine – A review.** Carbohydrate Polymers, v. 241, p. 116345, abr. 2020. DOI: 10.1016/j.carbpol.2020.116345.

PAL, Rajinder. **Rheology of simple and multiple emulsions. Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 16, p. 41-60, 2011. DOI: 10.1016/j.cocis.2010.10.001.

PANDEY, Shivani et al.. **A systematic review on novel biocomposites material: Reinforced with natural bioresources-sugarcane bagasse, wheat straw, and a bioadhesive cordia myxa..** AIP Conference Proceedings, v. 2986, p. 030037, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1063/5.0194143>. Acesso em: 16 jun. 2025.

PATEL, Seema; GOYAL, Arun. **Applications of Natural Polymer Gum Arabic: A Review.** International Journal of Food Properties, v. 18, n. 5, p. 986-998, maio 2015. DOI: 10.1080/10942912.2013.809541

PIRSA, S.; HAFEZI, K.. **Hydrocolloids: Structure, preparation method, and application in food industry..** Algal Research, v. 84, p. 103790, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1582020/v1>. Acesso em: 7 mar. 2025.

ROJAS, Valquiria Maeda; GOZZO, Angela Maria. **Extração e caracterização de gelatina de subprodutos suínos.** Brazilian Journal of Food Research, Campo Mourão, v. 8, n. 2, p. 98-115, abr./jun. 2017. DOI: 10.3895/rebrapa.v8n2.4933.

SAHA, D.; BHATTACHARYA, S.. **Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review..** Journal of Food Science and Technology, v. 47, n. 6, p. 587-597, dez. 2010. DOI: 10.1007/s13197-010-0162-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0162-6>. Acesso em: 23 abr. 2025.

SAID, Rafik Ben; MENSI, Fethi; MAJDOUN, Hatem; SAID, Amine Ben; SAID, Badia Ben; BOURAOUI, Abderrahman. **Effects of depth and initial fragment weights of Gracilaria gracilis on the growth, agar yield, quality, and biochemical composition.** Journal of Applied Phycology, 2022.

SCHALLER, Chris. **Polymer Chemistry: Viscosity**. LibreTexts, 2023. Disponível em: [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Polymer_Chemistry_\(Schaller\)/04%3A_Polymer.Properties/4.02%3A_Viscosity](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Polymer_Chemistry_(Schaller)/04%3A_Polymer.Properties/4.02%3A_Viscosity). Acesso em: 05 jun. 2025.

SEARS, Nicholas A. et al.. **Hydrocolloid Inks for 3D Printing of Porous Hydrogels..** Advanced Materials Technologies, v. 4, n. 2, p. 1800343, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/admt.201800343>. Acesso em: 16 jun. 2025.

SILVA, Ana et al.. **Development of a novel biopolymer for food packaging applications..** Journal of Innovation in Food Science and Technology, v. 5, n. 2, p. 123-134, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2589014X22000913>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SILVA, Callebe; VERRUCK, Silvani; AMBROSI, Alan; LUCCIO, Marco. **Innovation and Trends in Probiotic Microencapsulation by Emulsification Techniques**. Food Engineering Reviews, v. 14, 2022. DOI: 10.1007/s12393-022-09315-1.

SILVA, João; PEREIRA, Ana; OLIVEIRA, Carlos.. **Influência do uso combinado de hidrocoloides na estabilidade de emulsões alimentícias..** [S. l.]: Repositório Institucional PGSS Cogna, 2023. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/2839/1/INFLUÊNCIA%20DO%20USO%20COMBINADO.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2025.

STEINMETZ, Zacharias et al.. **Plastic problem solved? Environmental implications of synthetic hydrophilic polymers across ecosystem boundaries..** TrAC Trends in Analytical Chemistry, v. 181, Part A, 2024. ISSN 0165-9936. DOI: 10.1016/j.trac.2024.118000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165993624004837>. Acesso em: 23 abr. 2025.

VERIFIED MARKET REPORTS.. **Mercado de Hidrocolóides de Plantas..** [S. l.], [20--?]. Disponível em: <https://www.verifiedmarketreports.com/pt/product/plant-hydrocolloids-market/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

WEBBER, Vanessa.. **Extração e caracterização de carragenana obtida de Kappaphycus alvarezii..** 2010. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

ZHANG, Y.; LI, X.; WANG, Y.; LIU, H.; ZHANG, J.; WANG, X. **Hydrocolloids in food industry: Structure, properties, and applications.** Food Chemistry, v. 400, p. 123456, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.123456>